

**Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΜΕΛΕΤΗ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ / ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
ΚΑΙ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πτυχιακή εργασία

Σπουδαστής: ΚΟΝΤΑΞΑΚΗΣ ΠΕΤΡΟΣ (Α.Μ.: 42765)

Επιβλέπων καθηγητής: Λουκίδης Λουκάς



ΑΙΓΑΛΕΩ 2017

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, παρουσιάζεται η μελέτη και ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών εφαρμογών στις εργαλειομηχανές ενός μηχανολογικού εργαστηρίου. Πιο αναλυτικά τα είδη κατεργασιών, οι συνθήκες κοπής αλλά και τα μέτρα ασφαλείας που θα έπρεπε να ληφθούν υπ' όψιν κατά την κατεργασία ενός τεμαχίου για τον τόρνο και τη φρεζομηχανή. Έπειτα, παρουσιάζεται η συντήρηση των προαναφερθέντων εργαλειομηχανών, με όλα τα είδη που χαρακτηρίζεται. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι βλάβες που προκύπτουν καθώς και το πώς θα έπρεπε να ήταν ένα πρόγραμμα συντήρησης σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση για την αποφυγή τους, όπως επίσης και τα δελτία συντήρησης αυτών. Τέλος, παρουσιάζονται κάποιες εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο μηχανολογικό εργαστήριο II του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ., καθώς και κάποια σχέδια τα οποία χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση ορισμένων εργασιών.

Abstract

This thesis presents the design of educational tasks and applications on machinetools of a machine shop. Specifically, machining shorts, cutting conditions and work safety measures that should be taken into account during processing of a workpiece on the lathe and milling machine. More over, maintenance of the aforementioned machine tools is presented, also damages arising and how a maintenance on a daily, monthly and annual basis should be in order to avoid them as well as their maintenance papers. Finally, some repair works performed at the Machinetools Laboratory of the Piraeus University of Applied Science are presented and also some designs, needed to be taken in order to complete some tasks.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	v
Πίνακες.....	vi
Σχήματα.....	vii
Εισαγωγή.....	ix
Κεφάλαιο 1 Μελέτη-σχεδιασμός εκπαιδευτικών έργων.....	1
1.1 Είδη τόννευσης.....	1
1.2 Συνθήκες κατεργασίας κατά την τόννευση.....	3
1.3 Άσκηση 1 ^η : Κατασκευή άξονα με διαβαθμίσεις.....	9
1.3.1 Σκοπός.....	9
1.3.2 Απαιτούμενα υλικά.....	9
1.3.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης.....	9
1.3.4 Μέτρα ασφαλείας.....	10
1.3.5 Κατασκευαστικά σχέδια.....	10
1.3.6 Παραδείγματα πράξεων.....	11
1.3.7 Φασεολόγιο.....	12
1.4 Άσκηση 2 ^η : Κατασκευή άξονα με κωνική τόννευση.....	16
1.4.1 Σκοπός.....	16
1.4.2 Απαιτούμενα υλικά.....	16
1.4.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης.....	16
1.4.4 Μέτρα ασφαλείας.....	16
1.4.5 Κατασκευαστικά σχέδια.....	17
1.4.6 Παραδείγματα πράξεων.....	17
1.4.7 Φασεολόγιο.....	18
1.5 Είδη φρεζαρίσματος.....	21
1.6 Συνθήκες κατεργασίας κατά το φρεζάρισμα.....	22
1.7 Άσκηση 1 ^η : Κατασκευή τεμαχίου με αυλακώσεις και λοξοτμήσεις.....	28
1.7.1 Σκοπός.....	28
1.7.2 Απαιτούμενα υλικά.....	28
1.7.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης.....	28
1.7.4 Μέτρα ασφαλείας.....	28
1.7.5 Κατασκευαστικά σχέδια.....	29
1.7.6 Παραδείγματα πράξεων.....	31
1.7.7 Φασεολόγιο.....	32
Κεφάλαιο 2 Συντήρηση εργαλειομηχανών.....	38
2.1 Γενικά.....	38
2.2 Η προληπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών.....	39
2.2.1 Γενικά.....	39

2.2.2	Εργασίες ημερήσιας προληπτικής συντήρησης	40
2.2.3	Εργασίες τριμηνιαίας προληπτικής συντήρησης.....	42
2.3	Εργασίες επισκευών των εργαλειομηχανών	43
2.4	Η προβλεπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών.....	43
2.5	Η σωστή συντήρηση των εργαλειομηχανών.....	45
2.6	Πρόγραμμα συντήρησης εργαλειομηχανών.....	45
2.6.1	Πρόγραμμα συντήρησης τόνων.....	45
2.6.2	Πρόγραμμα συντήρησης φρεζομηχανών.....	48
Κεφάλαιο 3	Βλάβες εργαλειομηχανών.....	51
3.1	Συνήθεις βλάβες τόνων.....	51
3.2	Συνήθεις βλάβες φρεζομηχανών.....	55
Κεφάλαιο 4	Εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού του μηχανουργείου.....	57
4.1	Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία.....	58
4.2	Έλεγχος στροφών των ατράκτων.....	59
4.3	Επιπέδωση όλων των μανελών των τόνων.....	60
4.4	Επισκευή των κοχλιών στερέωσης στον εργαλειοδέτη.....	62
4.5	Στερέωση / επισκευή μοχλών στους τόνους.....	64
4.5.1	Αλλαγή / αντικατάσταση μοχλών από το βολάν εργαλειοφορείων.....	64
4.5.2	Αντικατάσταση βοηθητικού μοχλού χειροτροχού από κεντροφορέα.....	64
4.5.3	Επισκευή στο μοχλό του τόνου επίδειξης.....	66
4.6	Στερέωση ηλεκτρικού διακόπτη στον τόνο No.1.....	69
4.7	Αποκατάσταση βλάβης στον επιλογέα κίνησης τράπεζας στη φρεζομηχανή No.4.....	69
4.8	Αποκατάσταση συστήματος φωτισμού και ψύξης στον τόνο No.1.....	71
4.9	Καθαρισμός / τακτοποίηση όλων των φοριαμών εργαλείων των τόνων.....	72
4.10	Συντήρηση / καθαρισμός αεροσυμπιεστή του εργαστηρίου εργαλειομηχανών.....	73
4.11	Αποκατάσταση διαρροής στο δίκτυο πεπιεσμένου αέρα.....	73
4.12	Στερέωση κάθετης κεφαλής σε φρεζομηχανή.....	75
	Σύνοψη.....	84
	Βιβλιογραφία.....	85
	Παράρτημα.....	87

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Μηχανολογικό Εργαστήριο ΙΙ του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.

Με την περάτωση της εργασίας αυτής, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση της και ιδιαίτερα:

- Την Αναπληρώτρια καθηγήτρια Δρ Πανδώρα Π. Ψυλλάκη για την ανάθεση του πολύ ενδιαφέροντος θέματος και
- τον κ. Λουκά Λουκίδη, Διπλ. Μηχανολόγο Μηχανικό, Ακαδημαϊκό Υπότροφο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ., για την αμέριστη βοήθεια, τη στενή συνεργασία μαζί του, αλλά και την ενθάρρυνση και τις κατευθύνσεις, στοιχεία που επέτρεψαν την απρόσκοπτη εξέλιξη και ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επίσης, τον κ. Αθανάσιο Μουρλά, Μηχανολόγο Μηχανικό, Ακαδημαϊκό Υπότροφο του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. για τη σημαντική βοήθεια που μου πρόσφερε, δηλαδή για τις ιδέες που μου έδωσε ώστε να μπορέσω να ολοκληρώσω την εργασία αυτή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την συμπαράστασή τους, οι οποίοι με βοήθησαν να αντιμετωπίσω κάποιες δυσκολίες που προέκυψαν στην πορεία.

Πίνακες

1.1	Ενδεικτικές τιμές των ταχυτήτων κοπής U_{60} , U_{240} και U_{480} για εκχόνδριση με σκληρομέταλλα (P10, P20, P30) και ταχυχάλυβα (HSS).....	5
1.2	Ενδεικτικά όρια διακυμάνσεως της προώσεως και βάθους κοπής για εκχόνδριση και αποπεράτωση.....	6
1.3	Διαστάσεις οπών από κεντροτρύπανα.....	7
1.4	Συνιστώμενες τιμές πρόωσης.....	7
1.5	Ενδεικνύομενες τιμές για την ταχύτητα κοπής U και πρόωση ανά οδόντα s_z σε φρεζάρισμα με κοπτήρες από ταχυχάλυβα ή σκληρομέταλλο.....	25
1.6	Επιλογή αριθμού οδόντων σε τυποποιημένα κοπτικά εργαλεία φρέζομηχανής από ταχυχάλυβα.....	26
1.7	Κοπτικά εργαλεία που επιλέχθηκαν για την διεκπαιρέωση της άσκησης της φρεζομηχανής.....	31
2.1	Συνιστώμενα λιπαντικά για τις εργαλειομηχανές.....	42
2.2	Πλεονεκτήματα ανάλυσης κραδασμών.....	44
2.2	Πρόγραμμα συντήρησης σε τόννους	48
2.3	Πρόγραμμα συντήρησης σε φρεζομηχανές.....	50
3.1	Αντιστοιχίσεις βλαβών-συντήρησης ενός τόννου.....	54
3.2	Αντιστοιχίσεις βλαβών-συντήρησης μιας φρεζομηχανής.....	56
4.1	Εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού του μηχανουργείου.....	57

Σχήματα

1.1	Διαμήκης τόννευση.....	2
1.2	Εγκάρσια τόννευση.....	2
1.3	Κωνική τόννευση.....	2
1.4	Σπειροτόμηση.....	3
1.5	Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τόννευση	4
1.6	Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με αρχικές διαστάσεις.....	10
1.7	Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με διαβαθμίσεις.....	11
1.8	Πίνακας τόννου εταιρίας Emco, μοντέλο Maximat V13 που βρίσκεται στη θέση Νο.1 στο μηχανολογικό εργαστήριο Π.....	11
1.9	Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με αρχικές διαστάσεις.....	17
1.10	Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με κωνική πλευρά.....	17
1.11	Οι δυο κατηγορίες φρεζαρίσματος.....	21
1.12	Παραδείγματα περιφερειακού φρεζαρίσματος.....	21
1.13	Παραδείγματα μετωπικού φρεζαρίσματος.....	22
1.14	Υποκατηγορίες περιφερειακού φρεζαρίσματος.....	22
1.15	Πρόωση και βάθος κοπής κατά το φρεζάρισμα.....	23
1.16	Απαιτούμενη διαδρομή τραπεζιού φρεζομηχανής για κατεργασία με κυλινδρική φρέζα.....	24
1.17	Κατασκευαστικό σχέδιο τεμαχίου προς κατεργασία με αρχικές διαστάσεις.....	29
1.18	Κατασκευαστικό σχέδιο τεμαχίου με αυλακώσεις και λοξοτμήσεις.....	29
1.19	Επιλογέας στροφών ατράκτου φρεζομηχανής εταιρείας Strigon, τύπου ME - 250 που βρίσκεται στη θέση Νο.4 στο μηχανολογικό εργαστήριο Π.....	30
1.20	Επιλογέας ταχυτήτων προώσεως φρεζομηχανής εταιρείας Strigon, τύπου ME - 250 που βρίσκεται στη θέση Νο.4 στο μηχανολογικό εργαστήριο Π.....	30
2.1	Διάγραμμα λιπάνσεως ενός τόννου	41
2.2	Πλεονεκτήματα ανάλυσης κραδασμών.....	44
2.3	Γυαλί θέασης λιπαντικού στο κιβώτιο ταχυτήτων σε τόννο.....	46
2.4	Λιπαντήρες στον κύριο φορέα και στο φορείο του εργαλειοδέτη σε τόννο.....	47
2.5	Γυαλί θέασης λιπαντικού στο κιβώτιο ταχυτήτων σε φρεζομηχανή.....	49
3.1	Φθορά γριναζιών στο κιβώτιο ταχυτήτων.....	51
3.2	Φθαρμένοι ιμάντες κίνησης.....	52
3.3	Φθορά πρισματοδηγών σε τόννο.....	53
3.4	Φθαρμένοι τριβείς κύλισης στις επιφάνειες επαφής.....	54
4.1	Κάτοψη μηχανολογικού εργαστηρίου Π.....	57
4.2	Μετρητικό ρολόι για τον έλεγχο των φθορών στους άξονες σε τόννο.....	58
4.3	Μετρητικό ρολόι για τον έλεγχο των φθορών στους άξονες σε φρεζομηχανή.....	59
4.4	Στροφόμετρο για τον έλεγχο στροφών των ατράκτων.....	60
4.5	Ορισμένες μανέλες τόννων πριν από την επιπέδωση.....	60
4.6	Ορισμένες μανέλες τόννων μετά από την επιπέδωση.....	61

4.7	Λειαντική μηχανή πρισματικών επιφανειών για την επιπέδωση των μανελών	61
4.8	Παχύμετρο και σπειρόμετρο.....	62
4.9	Σπειροτόμοι M10x1.0 για εξωτερικό και εσωτερικό σπείρωμα.....	63
4.10	Εργαλειοδέτης τόννου μετά από καθάρισμα σπειρώματος.....	63
4.11	Εργαλεία για την διάνοιξη οπής και σπειρώματος.....	65
4.12	Ολοκλήρωση σπειρώματος με τον σπειροτόμο M10x1.50.....	65
4.13	Σπασμένος άξονας προώσεων από το μοχλό.....	66
4.14	Απεικόνιση του υπόλοιπου σπασμένου κομματιού.....	66
4.15	Εσωτερικό σπείρωμα στον άξονα.....	67
4.16	Κατεργασμένη προέκταση άξονα στις απαιτούμενες διαστάσεις.....	68
4.17	Απεικόνιση συναρμολογημένης προέκτασης άξονα με το μοχλό και τον πέιρο.....	68
4.18	Τοποθέτηση μοχλού στον τόννο επίδειξης.....	68
4.19	Ηλεκτρικός διακόπτης (κόκκινο κουμπί έκτακτης ανάγκης) στον πίνακα προώσεων σπειρώματος.	69
4.20	Επιλογέας κίνησης τραπεζιού της φρεζομηχανής.....	70
4.21	Γρανάζια για την μετάδοση κίνησης του τραπεζιού της φρεζομηχανής.....	70
4.22	Ράγισμα εξωτερικής επιφάνειας της λεκάνης με το υγρό ψύξης.....	71
4.23	Αποκατάσταση συστήματος φωτισμού και ψύξης στον τόννο νούμερο 1..	72
4.24	Αεροσυμπιεστής εργαστηρίου εργαλειομηχανών.....	73
4.25	Διαρροή του δικτύου με πεπιεσμένο αέρα.....	74
4.26	Εργαλεία για την αποκατάσταση της διαρροής του πεπιεσμένου αέρα.....	74
4.27	Κάθετη κεφαλή φρεζομηχανής.....	75
4.28	Φρεζομηχανή οριζόντιου άξονα εργαστηρίου.....	75
4.29	Πλάνη για την ολοκλήρωση της κατεργασίας.....	76
4.30	Πρισματοδηγός με αρχικές διαστάσεις.....	77
4.31	Πρισματοδηγός μετά την επιπέδωση των επιφανειών.....	78
4.32	Πρισματοδηγός μετά την κατεργασία της επιφάνειας των 50 μοιρών.....	79
4.33	Απεικόνιση πραγματικού πρισματοδηγού.....	79
4.34	Εργαλεία για κεντράρισμα των οπών.....	80
4.35	Επιτραπέζιο δράπανο για την διάνοιξη των οπών.....	80
4.36	Σπειροτόμος M12x1.75.....	81
4.37	Πρισματοδηγοί μετά τη λείανση.....	82
4.38	Τοποθέτηση πρισματοδηγών στην κάθετη κεφαλή φρεζομηχανής.....	82
4.39	Η φρεζομηχανή No.4 με εγκατεστημένη την κάθετη κεφαλή	83

Εισαγωγή

Στην σύγχρονη βιομηχανία του σκληρού ανταγωνισμού και της ολοένα και μεγαλύτερης μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των λειτουργιών της, η συντήρηση είναι μία δραστηριότητα στην οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα. Παρόλα αυτά οι σύγχρονες επιχειρήσεις έχοντας ως κύριο στόχο την μείωση των εξόδων τους αλλά ταυτόχρονα και την αύξηση της παραγωγικότητάς τους, δεν επενδύουν στην συντήρηση. Αυτό συμβαίνει γιατί την θεωρούν ως ένα απρόβλεπτο και επώδυνο έξοδο. Στην πραγματικότητα η συντήρηση αποτελεί ένα κρυφό, έμμεσο κέρδος για την επιχείρηση, καθ'ότι με την δημιουργία ενός καλά οργανωμένου και αποδοτικού προγράμματος συντήρησης μειώνονται οι αστοχίες στις εργαλειομηχανές. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε σημαντική μείωση δαπανών αλλά και αύξηση της παραγωγικότητας της επιχείρησης. [1]

Γενικά, στις επιχειρήσεις οι οποίες έχουν μηχανήματα παραγωγής δημιουργείται η ανάγκη για συντήρηση. Πιο συγκεκριμένα, το μηχανουργείο, το οποίο περιλαμβάνει πολλά είδη εργαλειομηχανών και έχουν υψηλές ανάγκες συντήρησης, οφείλει να διαθέτει μόνιμο τμήμα συντήρησης, έτσι ώστε να υπάρχει προγραμματισμένη προληπτική συντήρηση αυτών.

Η διατήρηση της εργαλειομηχανής σε μια επιθυμητή κατάσταση μέσα από τις διαδικασίες μιας οργανωμένης συντήρησης έχει ως στόχο:

- Να διατηρεί την εργαλειομηχανή στην απαιτούμενη στάθμη αξιοπιστίας και λειτουργίας,
- να ελαχιστοποιεί το κόστος,
- να περιορίζει τις φθορές της εργαλειομηχανής, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται επιμήκυνση του χρόνου ζωής της,
- να αυξάνει την ασφάλεια εργασίας των χειριστών της εργαλειομηχανής και
- να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

Οι εργαλειομηχανές με αφαίρεση υλικού (στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι τόρνοι και οι φρεζομηχανές, για τα οποία γίνεται λόγος στην παρούσα πτυχιακή) κατατάσσονται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

1. ως προς το είδος της κατεργασίας

2. ως προς το είδος της πρωτεύουσας κίνησης
 - σε εργαλειομηχανές με περιστροφική κίνηση
 - τόννοι (οριζόντιοι, κατακόρυφοι, περιστροφικοί ή revolver, αυτόματοι ή ημιαυτόματοι)
 - φρεζομηχανές (οριζόντιες, κατακόρυφες, αντιγραφής)
 - δράπανα (κατακόρυφα, οριζόντια, ακτινωτά, ειδικά: κατακόρυφα και οριζόντια με πολλές ατράκτους)
 - φρεζοδράπανα
 - λειαντικοί τροχοί (επίπεδων επιφανειών, κυλινδρικών επιφανειών, άνευ κέντρων, οδοντώσεων, σπειρωμάτων, ειδικά όπως για στροφαλοφόρους άξονες, τροχιστικά όπως για κοπτικά εργαλεία)
 - πριόνια (περιστροφικά)
 - μηχανήματα κοπής οδοντώσεων/γρاناζοκόπτες (παράλληλων οδοντωτών τροχών, κωνικών οδοντωτών τροχών)
 - σε εργαλειομηχανές με ευθύγραμμη πρωτεύουσα κίνηση
 - πριόνια (παλινδρομικά)
 - πλάνες (εγκάρσιες, επιμήκεις, κατακόρυφες)
3. ως προς το βαθμό εξειδικεύσεως
 - σε εργαλειομηχανές γενικής χρήσεως (τόρνος)
 - σε εργαλειομηχανές ειδικής χρήσεως (γρاناζοκόπτης, λειαντικός τροχός οδοντώσεων, κ.ά.)
 - σε εξειδικευμένες εργαλειομηχανές (εργαλειομηχανές που είναι μελετημένες μόνο για την εκτέλεση ορισμένης φάσης κατεργασίας σε ορισμένο κομμάτι)
 - εργαλειομηχανές μεταφοράς (ροική παραγωγή)
4. ως προς την ακρίβεια κατεργασίας
 - σε εργαλειομηχανές συνήθους ακρίβειας
 - σε εργαλειομηχανές ακριβείας
 - σε εργαλειομηχανές μεγάλης ακριβείας
 - σε εργαλειομηχανές υψίστης ακριβείας
5. ως προς το βάρος
 - σε εργαλειομηχανές ελαφρές (βάρος μικρότερου του 1 τόνου)

- σε εργαλειομηχανές μέσου βάρους (βάρος μεταξύ 1 και 10 τόνων)
 - σε εργαλειομηχανές βαριές (βάρος μεγαλύτερο των 10 τόνων)
6. ως προς το βαθμό αυτοματισμού
- σε κοινές εργαλειομηχανές
 - σε ημιαυτόματες εργαλειομηχανές (οι κινήσεις γίνονται αυτόματα)
 - σε αυτόματες εργαλειομηχανές (οι κινήσεις και η τροφοδοσία γίνονται αυτόματα)
- [2]

Κεφάλαιο 1

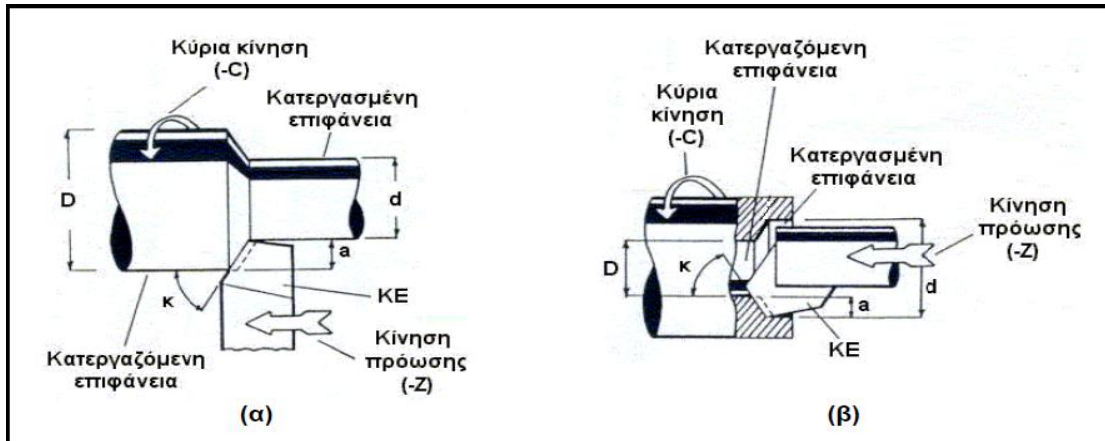
Μελέτη-σχεδιασμός εκπαιδευτικών έργων

1.1 Είδη τόννευσης

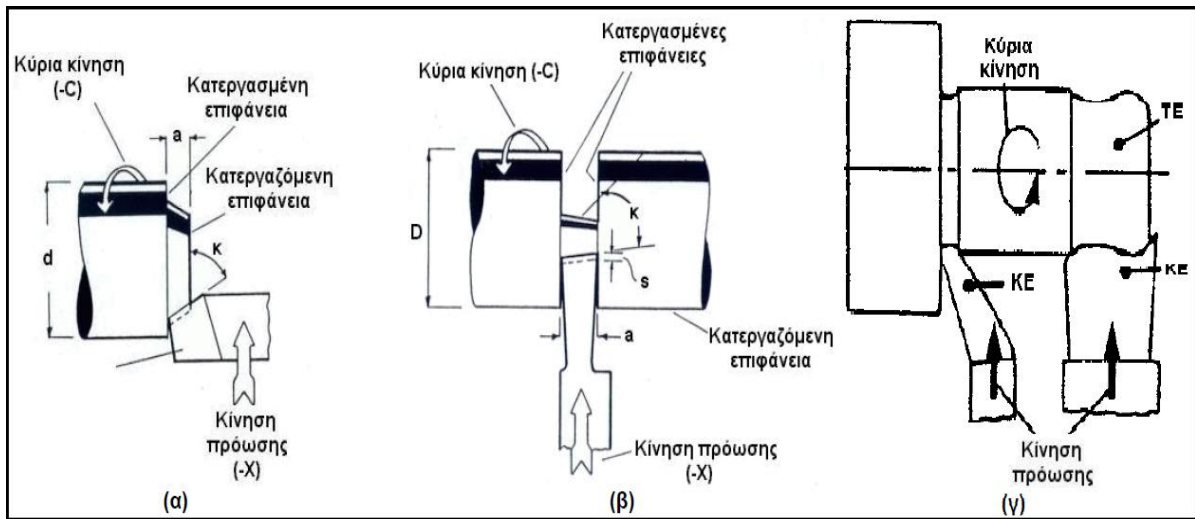
Τόννευση είναι μια κατεργασία αφαίρεσης υλικού όπου έχουμε την κύρια κίνηση να υλοποιείται από το περιστρεφόμενο τεμάχιο που είναι προσδεμένο στην άτρακτο και την δευτερεύουσα κίνηση (πρόωση) από το κοπτικό εργαλείο.

Διακρίνουμε τα είδη τόννευσης στις εξής κατηγορίες:

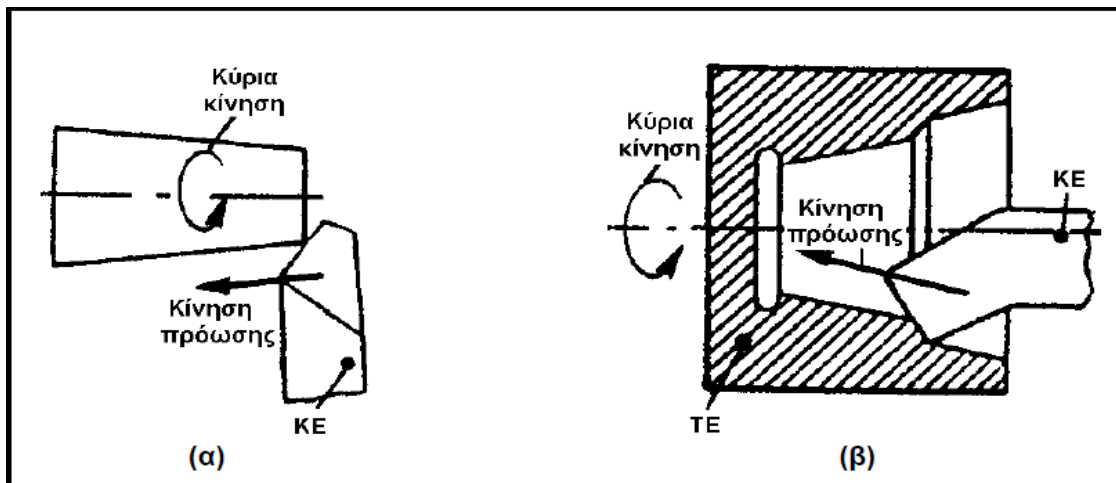
1. Διαμήκης τόννευση, κατά την οποία το κοπτικό εργαλείο κινείται παράλληλα με τον άξονα του τεμαχίου και επίσης διακρίνεται σε:
 - εσωτερική ή
 - εξωτερική.
2. Εγκάρσια τόννευση, κατά την οποία το κοπτικό εργαλείο κινείται κάθετα προς τον άξονα του τεμαχίου και επίσης διακρίνεται σε:
 - μετωπική
 - ακτινική, η οποία διακρίνεται σε δυο υποκατηγορίες:
 - τόννευση αποκοπής, κατά την οποία το κοπτικό εργαλείο κινείται είτε προς τον άξονα του τεμαχίου είτε παράλληλα με αυτόν και
 - τόννευση μορφής, όπου σε αυτήν την περίπτωση η κίνηση είναι πάλι προς τον άξονα και το κοπτικό εργαλείο έχει την επιθυμητή μορφή που θέλουμε να δημιουργήσουμε στο τεμάχιο.
 - κωνική τόννευση, κατά την οποία η κίνηση του κοπτικού εργαλείου τέμνει τον άξονα του τεμαχίου και επίσης διακρίνεται σε δυο υποκατηγορίες:
 - εσωτερική ή
 - εξωτερική
3. Σπειροτόμηση, η οποία ανήκει στην κατηγορία της διαμήκου τόννευσης με τη διαφορά ότι η πρόωση είναι το βήμα του κοχλίου για το σπείρωμα και επίσης διακρίνεται:
 - εσωτερική ή
 - εξωτερική



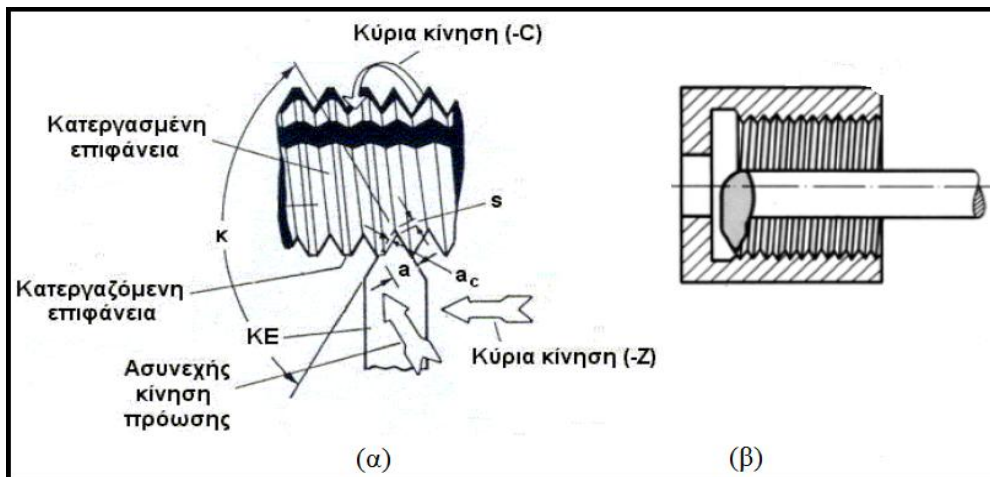
Εικόνα 1.1 Διαμήκης τόννευση. α) εξωτερική, β) εσωτερική. [6]



Εικόνα 1.2 Εγκάρσια τόννευση. α) μετωπική, β) αποκοπής, γ) μορφής. [6]



Εικόνα 1.3 Κωνική τόννευση. α) εξωτερική, β) εσωτερική. [6]



Εικόνα 1.4 Σπειροτόμηση. α) εξωτερική, β) εσωτερική. [6]

1.2 Συνθήκες κατεργασίας κατά την τόννευση

Οι συνθήκες κοπής, που αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά σε κάθε περίπτωση κοπής στον τόρνο, είναι: η ταχύτητα κοπής U , η πρόωση s και το βάθος κοπής a .

Η ταχύτητα κοπής είναι η περιφερειακή ταχύτητα μεταξύ του εργοτεμαχίου που κατεργάζεται και του κοπτικού εργαλείου στην κύρια κίνηση κοπής. Υπολογίζεται με βάση τη διάμετρο d που είχε πριν από την τόννευση συνήθως και εκφράζεται σε μέτρα ανά λεπτό της ώρας (m/min).

$$U = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

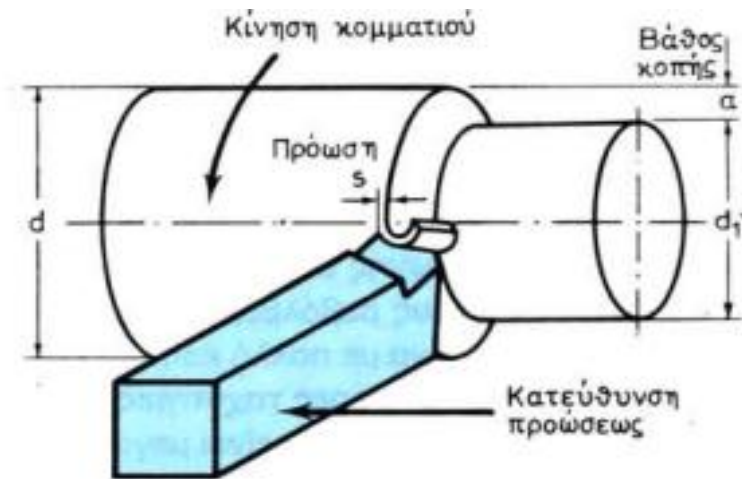
Όπου:

- d , η αρχική διάμετρος του εργοτεμαχίου σε (mm) και
- n , ο αριθμός στροφών της ατράκτου ανά λεπτό (rpm).

Η πρόωση είναι η μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου ανά στροφή της ατράκτου κατά τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής, όσον αφορά τη διαμήκη τόννευση, και κατά τη διεύθυνση κάθετα του άξονα περιστροφής, αντίστοιχα για εγκάρσια τόννευση, του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Συμβολίζεται με το γράμμα s και εκφράζεται σε χιλιοστά ανά στροφή της ατράκτου (mm/rev).

Το βάθος κοπής είναι το βάθος διείσδυσης του κοπτικού εργαλείου μέσα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1. Συμβολίζεται με το γράμμα a και εκφράζεται σε χιλιοστά (mm).

$$a = \frac{d - d_1}{2} \text{ (mm)} \quad [4]$$



Εικόνα 1.5 Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τόνρευση. [4]

Από τα παραπάνω μεγέθη εξαρτώνται κατά κύριο λόγο:

- Η ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας,
- ο χρόνος κατεργασίας,
- οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις και η καταναλισκόμενη ισχύς κοπής και
- η διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου. [3]

Ένα άλλο μέγεθος που πρέπει να αναφερθεί είναι η ταχύτητα προώσεως που είναι η συνολική μετατόπιση του εργαλείου παράλληλα κατά τον άξονα μετακίνησής του, σε ένα λεπτό. Συμβολίζεται με το γράμμα S και εκφράζεται σε mm/min. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, αφού σε μια στροφή το εργαλείο μετατοπίζεται κατά την πρόωση s , σε ένα λεπτό της ώρας που πραγματοποιούνται n στροφές, θα μετακινηθεί συνολικά:

$$S = s \cdot n \text{ (mm/min)}$$

Έστω ότι τρονεύεται ένα κομμάτι με μήκος l (mm), πρόωση s (mm/rev) και στροφές n (rpm). Το κοπτικό εργαλείο του τόννου, αφού σε μία στροφή μετατοπίζεται κατά s , σε n στροφές που εκτελεί σε ένα λεπτό, θα προχωρήσει κατά $S = s \cdot n$ (ταχύτητα προώσεως). Αν t λεπτά είναι ο χρόνος τρονεύσεως για το μήκος l , η μετατόπιση σε t λεπτά θα είναι:

$$l = t \cdot S = t \cdot s \cdot n \Rightarrow t = \frac{l}{S} = \frac{l}{s \cdot n} \text{ (min)}$$

Ο παραπάνω χρόνος είναι ο καθαρός χρόνος κοπής.

Ο πίνακας 1.1 δίνει ενδεικτικές τιμές της ταχύτητας κοπής, για εκχόνδριση με κοπτικό εργαλείο από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο αναλόγως με την διάρκεια ζωής του καθενός (π.χ. για διάρκεια ζωής κοπτικού εργαλείου 60 min θα ισχύει αντίστοιχα, ταχύτητα κοπής U_{60}). Επίσης, στον πίνακα 1.2 δίνονται ενδεικτικές τιμές

πρώσεως και βάθους κοπής για εκχόνδριση και αποπεράτωση. Για τη συγκράτηση των τεμαχίων με τον κεντροφορέα απαιτείται διάνοιξη κεντρότρυπας. Ο πίνακας 1.3 δίνει πληροφορίες για την επιλογή του κατάλληλου κεντροτρύπανου σε συνάρτηση με τη διάμετρο του άξονα. Τέλος, με τη βοήθεια του πίνακα 1.4 γίνεται επιλογή πρόωσης ή έχοντας γνωστή την πρόωση βρίσκεται η ταχύτητα περιστροφής που θα έχει το κατεργαζόμενο τεμάχιο.

Πίνακας 1.1 Ενδεικτικές τιμές των ταχυτήτων κοπής U_{60} , U_{240} και U_{480} για εκχόνδριση με σκληρομέταλλα (P10, P20, P30) και ταχυχάλυβα (HSS) [4]

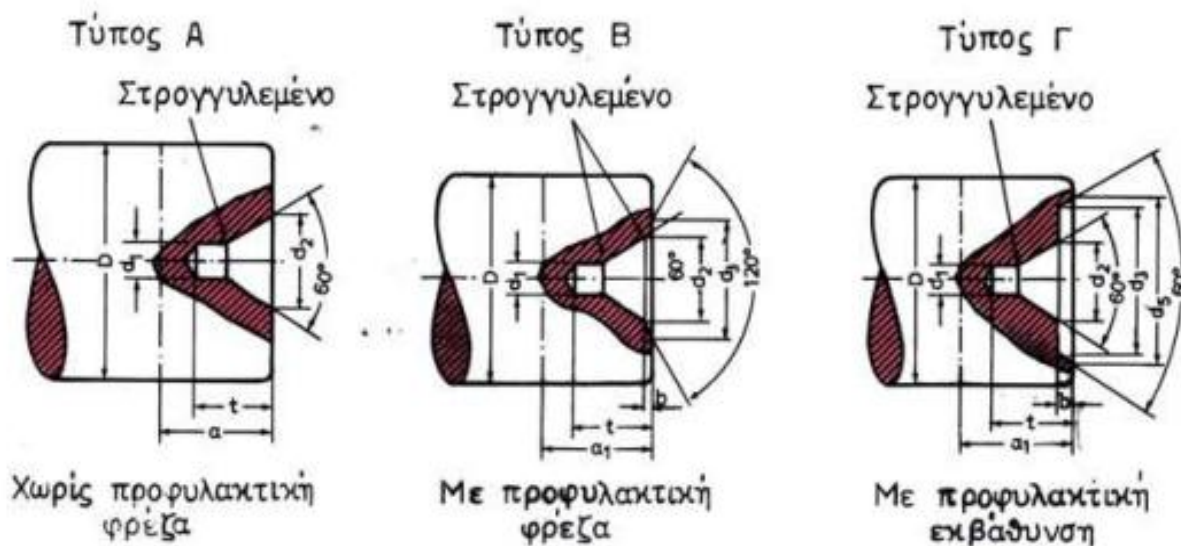
Υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου	Όριο θραύσεως R_m kp/mm^2	Κοπτικό υλικό	U_{60} m/min	U_{240} m/min	U_{480} m/min
Ανθρακούχος χάλυβας C 35 (C: 0,35%)	55 ... 65	P10	160 ... 200	120 ... 140	80 ... 100
		P20	150 ... 180	100 ... 120	60 ... 80
		P30	120 ... 150	70 ... 90	50 ... 60
		HSS	40 ... 45	30 ... 35	-
Ανθρακούχος χάλυβας C 45 (C: 0,45%)	65 ... 75	P10	150 ... 180	110 ... 130	-
		P20	120 ... 150	90 ... 110	60 ... 70
		P30	100 ... 120	60 ... 80	50 ... 60
		HSS	35 ... 40	28 ... 33	-
Ανθρακούχος χάλυβας C 60 (C: 0,60%)	75 ... 90	P10	110 ... 130	70 ... 90	50 ... 60
		P20	90 ... 110	50 ... 60	-
		P30	70 ... 90	30 ... 40	-
		HSS	25 ... 30	18 ... 22	-
Χάλυβας Mn-Si (37 Mn Si5)	80 ... 90	P10	150 ... 170	100 ... 120	70 ... 80
		P20	120 ... 140	80 ... 100	60 ... 70
		P30	90 ... 110	60 ... 70	35 ... 45
		HSS	20 ... 25	15 ... 20	-
Χάλυβας Cr-Mo (24 Cr Mo 4)	80 ... 90	P10	140 ... 160	90 ... 110	70 ... 80
		P20	110 ... 130	70 ... 90	60 ... 70
		P30	80 ... 100	40 ... 60	35 ... 45
		HSS	20 ... 25	15 ... 20	-

Χάλυβας ενανθρακώσεως	50 ... 70	P10	160 ... 200	110 ... 140	70 ... 100
		P20	140 ... 180	100 ... 130	60 ... 90
		P30	120 ... 160	70 ... 100	-
		HSS	40 ... 50	30 ... 45	-
Χυτοσίδηρος (GG 18)	15 ... 20	K10	80 ... 120	60 ... 90	50 ... 70
		SS	30 ... 35	20 ... 25	15 ... 18
Χυτοσίδηρος (GG 26)	~ 26	K10	60 ... 75	40 ... 50	30 ... 40
		HSS	25 ... 30	15 ... 20	-
Χαλκός		K20	-	350 ... 450	-
		HSS	-	30 ... 50	-
Μπρούτζος		K20	-	300 ... 400	-
		HSS	-	35 ... 50	-
Χυτός μπρούτζος		K20	-	250 ... 350	-
		HSS	-	30 ... 45	-
Κράμα Al		K20	-	200 ... 500	-
		HSS	-	30 ... 60	-
Κράμα Al-Si		K20	-	100 ... 160	-
		HSS	-	20 ... 25	-

Πίνακας 1.2 Ενδεικτικά όρια διακυμάνσεως της προώσεως και βάθους για εκχόνδριση και αποπεράτωση [4]

Χαρακτηριστικά κοπής	Είδη τόννευσης	
	Εκχόνδριση	Αποπεράτωση
Βάθος κοπής a mm	3 ... 10	0,1 ... 1
Πρόωση s mm/rev	0,3 ... 1	0,05 ... 0,21

Πίνακας 1.3 Διαστάσεις οπών από κεντροτρύπανα [4]



Διάμετρος εργοτεμαχίου D	Διάμετρος κεντροτρύπανου d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	t ελαχ	t ₁ ελαχ	α	α ₁	b	b ₁
Από 0 έως και 4	0,5	1,06	-	-	-	1,4	-	2	-	-	-
Πάνω από 4 έως και 6	0,8	1,7	-	-	-	1,5	-	2,5	-	-	-
	1	2,12	3,15	4,5	5	1,9	2,2	3	3,5	0,3	0,4
Πάνω από 6 έως και 10	1,25	2,65	4	5,3	6	2,3	2,7	4	4,5	0,4	0,6
	1,6	3,35	5	6,3	7,1	2,9	3,4	5	5,5	0,5	0,7
Πάνω από 10 έως και 25	2	4,25	6,3	7,5	8,5	3,7	4,3	6	6,6	0,6	0,9
	2,5	5,3	8	9	10	4,6	5,4	7	8,3	0,8	0,9
Πάνω από 25 έως και 63	3,15	6,7	10	11,2	12,5	5,9	6,8	9	10	0,9	1,1
	4	8,5	12,5	14	16	7,4	8,6	11	12,7	1,2	1,7
Πάνω από 63 έως και 100	5	10,6	16	18	20	9,2	10,8	14	15,6	1,4	1,7
	6,3	13,2	18	22,4	25	11,5	12,9	18	20	1,6	2,3
Πάνω από 100 έως και 160	8	17	22,4	28	31,5	14,8	16,4	22	25	1,6	3
	10	21,2	28	35,5	40	18,4	20,4	28	31	2	3,9

Πίνακας 1.4 Συνιστώμενες τιμές πρόωσης [3]

Υλικό τεμαχίου	Όριο θραύσεως R _m kr/mm ²	Σκληρομέταλλα					Σκληρομέταλλα				
		s (mm/rev)					s (mm/rev)				
		0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
		U ₂₄₀ (m/min)					U ₆₀ (m/min)				

Ανθρακούχοι χάλυβες	έως 50	290	245	210	180	-	P10					
		-	170	145	125	105	P20	60	45	34	25	19
		-	-	94	80	67	P30					
		260	215	185	155	-	P10					
	50 ... 60	-	145	121	103	85	P20	48	36	27	20	15
		-	-	78	67	56	P30					
		225	188	160	155	-	P10					
	60 ... 70	-	122	104	89	71	P20	40	30	22	17	13
		-	-	65	56	48	P30					
		188	155	128	108	-	P10					
	70 ... 85	-	98	83	70	52	P20	32	24	18	13	10
		-	-	50	44	34	P30					
167		135	112	95	-	P10						
85 ... 100	-	84	71	61	45	P20	25	19	14	11	8	
	-	-	43	38	28	P30						
	105	86	70	56	-	P10						
Κραματούχοι χάλυβες	100 ... 120	-	55	45	36	28	P20	16	11	8	5,6	4
		-	-	27	22	18	P30					
Ανοξείδωτοι χάλυβες		90	71	56	48	-	P10					
		-	43	34	28	22	P20	21	15	11	7,5	5,3
		-	-	22	19	15	P30					
		142	120	101	88	-	P10					
Χυτοχάλυβες	38 ... 52	-	78	66	57	45	P20	50	38	28	21	10
		-	-	43	36	30	P30					
Φαίος χυτοσίδηρος	έως 200 HB	130	108	90	75	63	K20	48	34	19	13	11
		95	80	70	61	50	K40	44	27	18	14	9,5
	άνω 200 HB	38	32	28	23	20	K10	24	15	10	7,1	4,8
							K05					
Μαλακτοποιήμενος		100	84	70	60	50	K10					

χυτοσίδηρος							P10	43	28	20	13	9
							P20					
Κράματα αλουμινίου έως 9% Si άνω 9% Si		226	192	164	140	118	K20	125	85	56	36	24
		100	90	80	71	67	K20	67	45	30	19	11
Κράματα μαγνησίου		1800	1500	1250	1060	900	K20	900	800	750	716	600
Ορείχαλκος		600	530	450	400	355	K20	125	85	56	36	24
		500	450	375	335	300	K20	85	63	48	34	24
Χυτό κρατέρωμα		355	280	236	200	180	K20	63	53	43	36	28
							K10					
Πλαστικές ύλες		280	212	170	132	100	K20	-	-	-	-	-

1.3 Άσκηση 1^η: Κατασκευή άξονα με διαβαθμίσεις

1.3.1 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η παρουσίαση κάποιων από τις δυνατότητες κατεργασιών του τόρνου και συγκεκριμένα η απόκτηση ικανοτήτων και γνώσεων σε θέματα που αφορούν την κατά μήκος και εγκάρσια τόννευση με αυτόματη πρόωση καθώς και την διάνοιξη οπών με κεντροτρύπανο.

1.3.2 Απαιτούμενα υλικά

- Άξονας \varnothing 75 με μήκος 154 mm και υλικό από σχετικά μαλακό χάλυβα C45 αντοχής σε θραύση ίση με $R_m = 66 \text{ kp/mm}^2$

1.3.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης

- Κοπτικό εργαλείο εκχόνδρισης P30 με χρόνο ζωής εργαλείου τουλάχιστον 4 ώρες (240 min),
- κοπτικό εργαλείο αποπεράτωσης P20 με χρόνο ζωής εργαλείου τουλάχιστον 4 ώρες (240 min),
- προσθήκες,

- παχύμετρο,
- μικρόμετρα 50-75 mm, 125-150 mm και
- κεντροτρύπανο \varnothing 5 mm

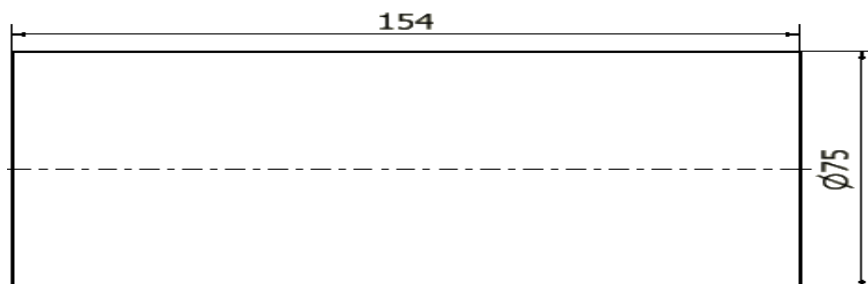
1.3.4 Μέτρα ασφαλείας

Για τη χρήση του τόννου θα πρέπει να τηρούνται κάποιοι βασικοί κανόνες ασφαλείας, οι οποίοι είναι οι εξής:

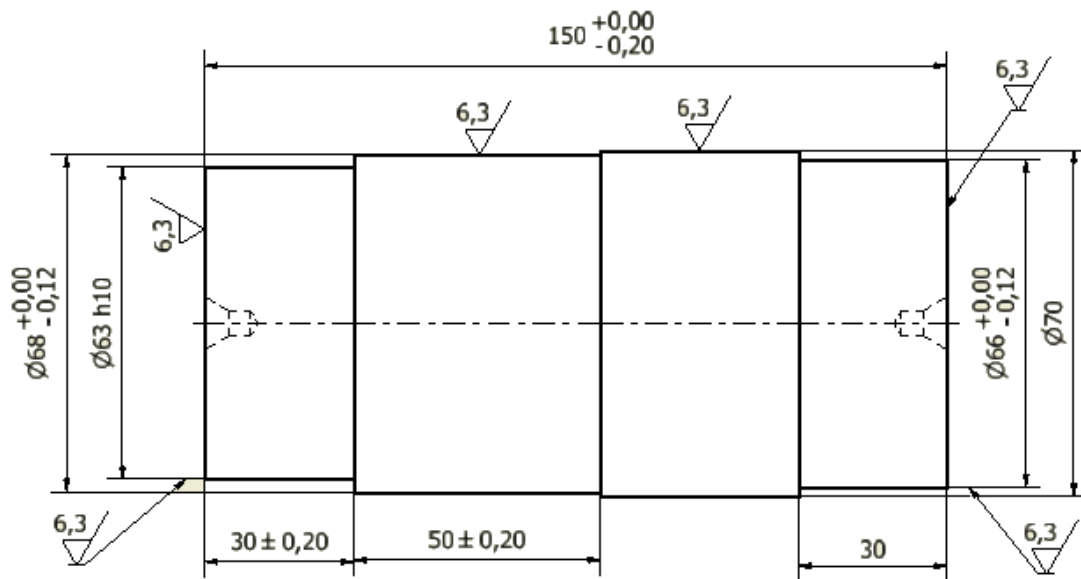
- η χρήση προστατευτικών γυαλιών για την προστασία των ματιών από τα απόβλιττα (γρέζια) είναι απαραίτητη,
- ο χειριστής οφείλει να μη φοράει ευρύχωρα ρούχα ή διάφορα αντικείμενα που θα μπορούσαν να συλληφθούν από τα κινούμενα μέρη της εργαλειομηχανής,
- να μην απομακρύνονται τα απόβλιττα (γρέζια) με τα χέρια αλλά με ειδική βούρτσα και μόνο όταν βρίσκεται εκτός λειτουργίας η εργαλειομηχανή,
- να μην πραγματοποιούνται μετρήσεις μήκους ή διαμέτρου με μετρητικό όργανο όταν το αντικείμενο περιστρέφεται,
- να μην πραγματοποιούνται αλλαγές στροφών κύριας κίνησης, όταν περιστρέφεται η άτρακτος,
- να μην ακινητοποιείται το τσοκ με το χέρι,
- το κατεργαζόμενο τεμάχιο πρέπει να στερεώνεται στο τσοκ κεντραρισμένο και με ασφάλεια και τέλος,
- το κλειδί του τσοκ πρέπει να απομακρύνεται από το τσοκ μετά τη στερέωση του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

1.3.5 Κατασκευαστικά σχέδια

Παρακάτω απεικονίζονται τα σχέδια με τις διαστάσεις του δοκιμίου όπως αρχικά παραλαμβάνεται και όπως θα γίνει ύστερα από την κατεργασία στον τόννο.



Εικόνα 1.6 Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με αρχικές διαστάσεις



Εικόνα 1.7 Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με διαβαθμίσεις

$\frac{\circ}{\text{min}}$	I	II	III	IV
R	50	85	145	245
S	415	700	1180	2000

	A	B	C	D	
E	0,045	0,090	0,180	0,360	
F	0,056	0,112	0,225	0,450	
G	0,070	0,140	0,281	0,562	40 127 80
H	0,084	0,168	0,337	0,675	
K	0,098	0,196	0,393	0,787	
H	0,067	0,135	0,270	0,540	40 127 100
K	0,078	0,157	0,315	0,630	

Εικόνα 1.8 Πίνακας τόνου εταιρίας Emco, μοντέλο Maximat V13 που βρίσκεται στη θέση No.1 στο μηχανολογικό εργαστήριο II. 1) Στροφές κύριας ατράκτου, 2) Πρόωση κατά μήκος της ατράκτου, 3) Πρόωση εγκάρσια της ατράκτου.

1.3.6 Παραδείγματα πράξεων

Για υλικό από σχετικά μαλακό χάλυβα C45 αντοχής σε θραύση ίση με $R_m = 66 \text{ kP/mm}^2$ και κοπτικό υλικό P30 με χρόνο ζωής τουλάχιστον 4 ώρες άρα U_{240} , θα επιλεγεί ταχύτητα κοπής για εκχόνδριση προσώπου από πίνακα 1.1 $U = 65 \text{ m/min}$, ενώ

για αποπεράτωση η ταχύτητα κοπής με κοπτικό εργαλείο P20 λήφθηκε από τον πίνακα 1.4 έχοντας γνωστή την πρόωση που θα χρειαστεί και είναι $U = 122 \text{ m/min}$.

$$\text{Εκχόνδριση: } U = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\theta\epsilon\omega\rho}}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{65 \cdot 1000}{3,14 \cdot 75} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = 276 \text{ rpm}$$

$$\text{Αποπεράτωση: } U = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\theta\epsilon\omega\rho}}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{122 \cdot 1000}{3,14 \cdot 75} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = 518 \text{ rpm}$$

Από εικόνα 1.4 επιλέγουμε για εκχόνδριση $n_{\text{πραγμ}} = 245 \text{ rpm}$, ενώ για αποπεράτωση $n_{\text{πραγμ}} = 415 \text{ rpm}$

Η πρόωση s για εκχόνδριση προσώπου λήφθηκε $s = 0,3 \text{ mm/rev}$ και από την εικόνα 1.4 η πλησιέστερη ήταν $s = 0,29 \text{ mm/rev}$, ενώ για αποπεράτωση από τον ίδιο πίνακα $s = 0,2 \text{ mm/rev}$ και από την εικόνα $s = 0,185 \text{ mm/rev}$.

Η ταχύτητα πρόωσης της 1^{ης} και 2^{ης} φάσης είναι:

$$\text{Εκχόνδριση: } S = s \cdot n = 0,29 \cdot 245 = 71,05 \text{ mm/min}$$

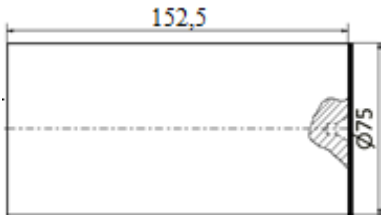
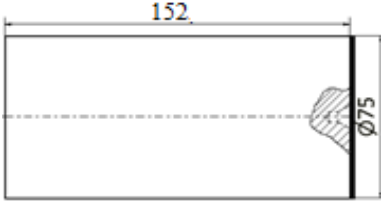
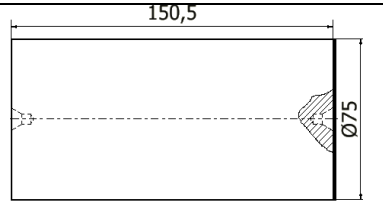
$$\text{Αποπεράτωση: } S = s \cdot n = 0,185 \cdot 415 = 76,78 \text{ mm/min}$$

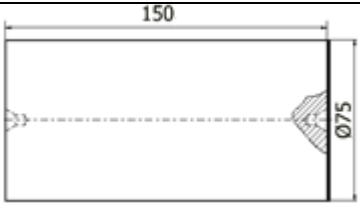
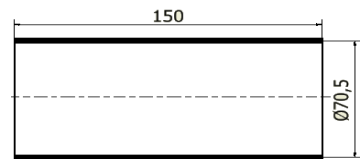
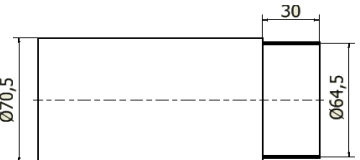
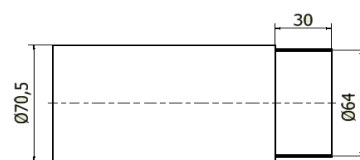
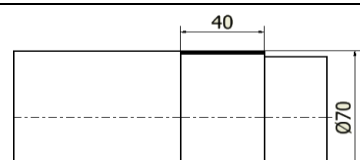
Ο χρόνος κατεργασίας για την 1^η και 2^η φάση είναι:

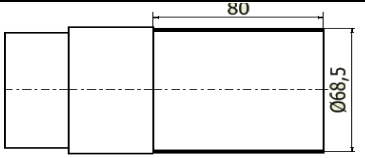
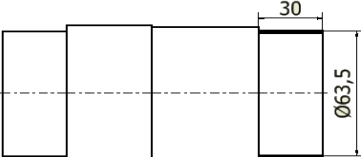
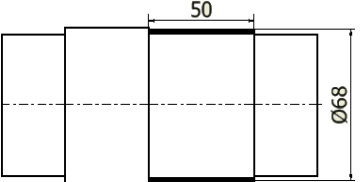
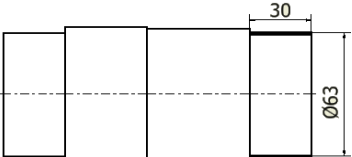
$$\text{Εκχόνδριση: } t = \frac{l}{S} = \frac{\frac{75}{2}}{71,05} = 0,53 \text{ min}$$

$$\text{Αποπεράτωση: } t = \frac{l}{S} = \frac{\frac{75}{2}}{76,78} = 0,49 \text{ min}$$

1.3.7 Φασεολόγιο

Φάσεις κατεργασίας	Παρατηρήσεις	Αρχική διάμετρος mm	Τελική διάμετρος mm	Αρχικό μήκος mm	Τελικό μήκος mm	Ταχύτητα κοπής U m/min	Στροφές τόρνου n rpm		Πρόοση s mm/rev	Ταχύτητα πρόωσης S mm/min	Βάθος κοπής a mm	Αριθμός πάσων	Χρόνος κατεργασίας t min
							Θεωρητικές	Πραγματικές					
	Συγκράτηση τεμαχίου στο τσοκ για διάνοιξη κεντρότρυπας Ø5 και εκχόνδρισης προσώπου	75	75	154	152,5	65	276	245	0,29	71,05	0,75	1	0,53
	Αποπεράτωση	75	75	152,5	152	122	518	415	0,185	76,78	0,25	1	0,49
	Αντιστροφή τεμαχίου για διάνοιξη κεντρότρυπας Ø5 και εκχόνδρισης προσώπου	75	75	152	150,5	65	276	245	0,29	71,05	0,75	1	0,53

	Αποπεράτωση	75	75	150,5	150	122	518	415	0,185	76,8	0,25	1	0,49
	Συγκράτηση τεμαχίου μεταξύ ποντών και εκχόνδριση	75	70,5	150	150	65	276	245	0,562	137,7	1,225	2	2,18
	Εκχόνδριση	70,5	64,5	30	30	65	293	245	0,562	137,7	3	1	0,22
	Αποπεράτωση	64,5	64	30	30	122	602	415	0,196	81,3	0,25	1	0,37
	Αποπεράτωση	70,5	70	40	40	122	551	415	0,196	81,3	0,25	1	0,49

	Αντιστροφή τεμαχίου/συγκράτηση από Ø64 και εκχόνδριση	70,5	68,5	80	80	65	293	245	0,562	137,7	1	1	0,58
	Εκχόνδριση	68,5	63,5	30	30	65	302	245	0,562	137,7	2,5	1	0,22
	Αποπεράτωση	68,5	68	50	50	122	567	415	0,196	81,3	0,25	1	0,61
	Αποπεράτωση	63,5	63	30	30	122	612	415	0,196	81,3	0,25	1	0,37
Συνολικός χρόνος κατεργασίας t (min)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,07

1.4 Άσκηση 2^η: Κατασκευή άξονα με κωνική τόννευση

1.4.1 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η παρουσίαση κάποιων από τις δυνατότητες κατεργασιών του τόννου και συγκεκριμένα η απόκτηση ικανοτήτων και γνώσεων σε θέματα που αφορούν την κατά μήκος τόννευση με αυτόματη πρόωση, την κωνική τόννευση με χειροκίνητη πρόωση καθώς και την διάνοιξη οπών με κεντροτρύπανο.

1.4.2 Απαιτούμενα υλικά

- Άξονας \varnothing 35 με μήκος 80 mm και υλικό από μαλακό χάλυβα C45 αντοχής σε θραύση ίση με $R_m = 66 \text{ kp/mm}^2$

1.4.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης

- Κοπτικό εργαλείο εκχόνδρισης P30 με χρόνο ζωής εργαλείου τουλάχιστον 4 ώρες (240 min),
- κοπτικό εργαλείο αποπεράτωσης P20 με χρόνο ζωής εργαλείου τουλάχιστον 4 ώρες (240 min),
- προσθήκες,
- παχύμετρο,
- μικρόμετρο 25-50 mm, 75-100 mm και
- κεντροτρύπανο \varnothing 3,15 mm

1.4.4 Μέτρα ασφαλείας

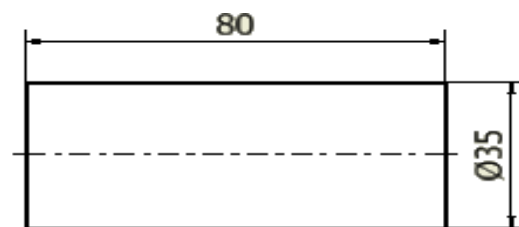
Για τη χρήση του τόννου θα πρέπει να τηρούνται κάποιοι βασικοί κανόνες ασφαλείας, οι οποίοι είναι οι εξής:

- η χρήση προστατευτικών γυαλιών για την προστασία των ματιών από τα απόβλιττα (γρέζια) είναι απαραίτητη,
- ο χειριστής οφείλει να μη φοράει ευρύχωρα ρούχα ή διάφορα αντικείμενα που θα μπορούσαν να συλληφθούν από τα κινούμενα μέρη της εργαλειομηχανής,
- να μην απομακρύνονται τα απόβλιττα (γρέζια) με τα χέρια αλλά με ειδική βούρτσα και μόνο όταν βρίσκεται εκτός λειτουργίας η εργαλειομηχανή,
- να μην πραγματοποιούνται μετρήσεις μήκους ή διαμέτρου με μετρητικό όργανο όταν το αντικείμενο περιστρέφεται,

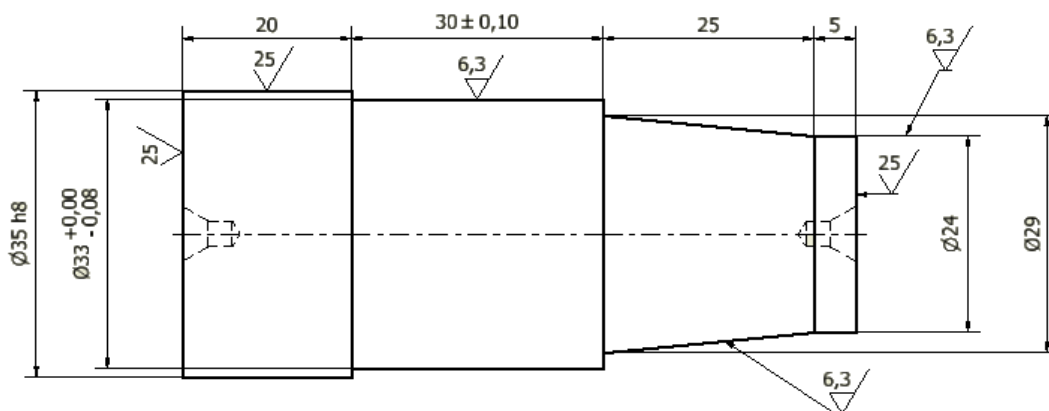
- να μην πραγματοποιούνται αλλαγές στροφών κύριας κίνησης, όταν περιστρέφεται η άτρακτος,
- να μην ακινητοποιείται το τσοκ με το χέρι,
- το κατεργαζόμενο τεμάχιο πρέπει να στερεώνεται στο τσοκ κεντραρισμένο και με ασφάλεια και τέλος,
- το κλειδί του τσοκ πρέπει να απομακρύνεται από το τσοκ μετά τη στερέωση του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

1.4.5 Κατασκευαστικά σχέδια

Παρακάτω απεικονίζονται τα σχέδια με τις διαστάσεις του δοκιμίου όπως αρχικά παραλαμβάνεται και όπως θα γίνει ύστερα από την κατεργασία στον τόρνο.



Εικόνα 1.9 Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με αρχικές διαστάσεις



Εικόνα 1.10 Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα με κωνική πλευρά

1.4.6 Παραδείγματα πράξεων

Για υλικό από σχετικά μαλακό χάλυβα C45 αντοχής σε θραύση ίση με $R_m = 66 \text{ kP/mm}^2$ και κοπτικό υλικό P30 με χρόνο ζωής τουλάχιστον 4 ώρες άρα U_{240} , θα επιλεγεί ταχύτητα κοπής για εκχόνδριση προσώπου από πίνακα 1.1 $U = 65 \text{ m/min}$, ενώ για αποπεράτωση η ταχύτητα κοπής με κοπτικό εργαλείο P20 λήφθηκε από τον πίνακα 1.4 έχοντας γνωστή την πρόωση που θα χρειαστεί και είναι $U = 122 \text{ m/min}$.

$$\text{Εκχόνδριση (3}^{\text{η}} \text{ φάση): } U = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\theta\epsilon\omega\rho}}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{65 \cdot 1000}{3,14 \cdot 35} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = 591 \text{ rpm}$$

$$\text{Αποπεράτωση (5}^{\text{η}} \text{ φάση): } U = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\theta\epsilon\omega\rho}}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{122 \cdot 1000}{3,14 \cdot 33,5} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = 1159 \text{ rpm}$$

Από εικόνα 1.4 θα επιλεγεί για εκχόνδριση $n_{\text{πραγμ}} = 415 \text{ rpm}$, ενώ για αποπεράτωση στην 5^η φάση $n_{\text{πραγμ}} = 700 \text{ rpm}$.

Η πρόωση s από πίνακα 1.2 για εκχόνδριση λήφθηκε $s = 0,6 \text{ mm/rev}$ και από την εικόνα 1.4 η πλησιέστερη ήταν $s = 0,562 \text{ mm/rev}$, ενώ για αποπεράτωση στην 5^η φάση από τον ίδιο πίνακα $s = 0,2 \text{ mm/rev}$ και από την εικόνα $s = 0,196 \text{ mm/rev}$.

Η ταχύτητα πρόωσης είναι:

$$\text{Εκχόνδριση (3}^{\text{η}} \text{ φάση): } S = s \cdot n = 0,562 \cdot 415 = 233 \text{ mm/min}$$

$$\text{Αποπεράτωση (5}^{\text{η}} \text{ φάση): } S = s \cdot n = 0,196 \cdot 700 = 137 \text{ mm/min}$$

Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$\text{Εκχόνδριση (3}^{\text{η}} \text{ φάση): } t = \frac{l}{S} = \frac{35}{233} = 0,257 \text{ min}$$

$$\text{Αποπεράτωση (5}^{\text{η}} \text{ φάση): } t = \frac{l}{S} = \frac{33,5}{137} = 0,219 \text{ min}$$

Οι υπολογισμοί για την κωνική τόννευση του παρακάτω πίνακα είναι οι εξής:

- Γωνία απόκλισης του εργαλειοφορείου από τον άξονα περιστροφής της ατράκτου

$$\epsilon\varphi\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{D_{\text{μεγάλο}} - D_{\text{μικρό}}}{2 \cdot L} = \frac{29 - 24}{2 \cdot 25} = 0,1 \Rightarrow \epsilon\varphi^{-1}(0,1) = 5,7 \approx 6^\circ$$

- 1^{ος} υπολογισμός πλευρών (προσκειμένης και υποτείνουσας)

$$\epsilon\varphi\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\alpha}{L_{\text{προσκειμένης}}} \Rightarrow L_{\text{προσκειμένης}} = \frac{\alpha}{\epsilon\varphi\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{0,625}{0,1} = 6,25 \text{ mm}$$

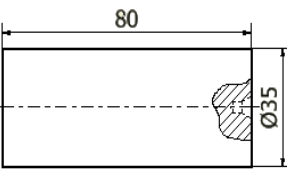
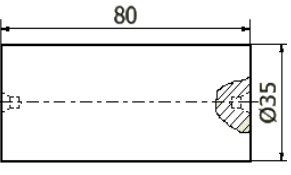
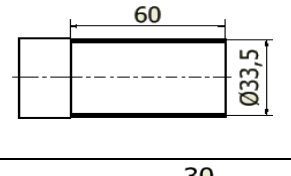

$$L_{\text{υποτείνουσας}} = \sqrt{\alpha^2 + L_{\text{προσκειμένης}}^2} = \sqrt{0,625^2 + 6,25^2} = 6,28 \text{ mm}$$

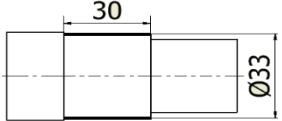
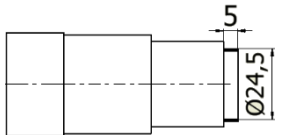
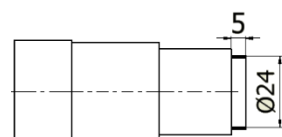
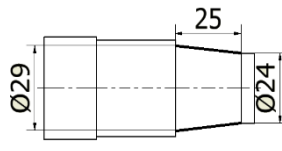
- 2^{ος} υπολογισμός πλευρών (προσκειμένης και υποτείνουσας)

$$\epsilon\varphi\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\alpha}{L_{\text{προσκειμένης}}} \Rightarrow L_{\text{προσκειμένης}} = \frac{\alpha}{\epsilon\varphi\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{2 \cdot 0,625}{0,1} = 12,5 \text{ mm}$$

$$L_{\text{υποτείνουσας}} = \sqrt{\alpha^2 + L_{\text{προσκειμένης}}^2} = \sqrt{1,25^2 + 12,5^2} = 12,6 \text{ mm}$$

1.4.7 Φασεολόγιο

Φάσεις καταργασίας	Παρατηρήσεις	Αρχική διάμετρος mm	Τελική διάμετρος mm	Αρχικό μήκος mm	Μήκος προσκεείμενης mm	Μήκος υποτεινούσας mm	Ταχύτητα κοπής U m/min	Στροφές τόρνου n rpm		Πρόωση s mm/rev		Ταχύτητα πρόωσης S mm/min	Βάθος κοπής a mm	Αριθμός πάσων	Χρόνος καταργασίας t min
								Θεωρητικές	Πραγματικές	Θεωρητική	Πραγματική				
	Συγκράτηση τεμαχίου στο τσοκ για διάνοιξη κεντρότρυπας Ø3,14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Αντιστροφή τεμαχίου για διάνοιξη κεντρότρυπας Ø3,14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Συγκράτηση τεμαχίου με τσοκ και υποστήριξη με πόντα και εκχόνδριση	35	33,5	60	-	-	65	591	415	0,562	-	233	0,75	1	0,257
	Εκχόνδριση	33,5	29	30	-	-	65	618	415	0,562	-	233	2,25	1	0,129

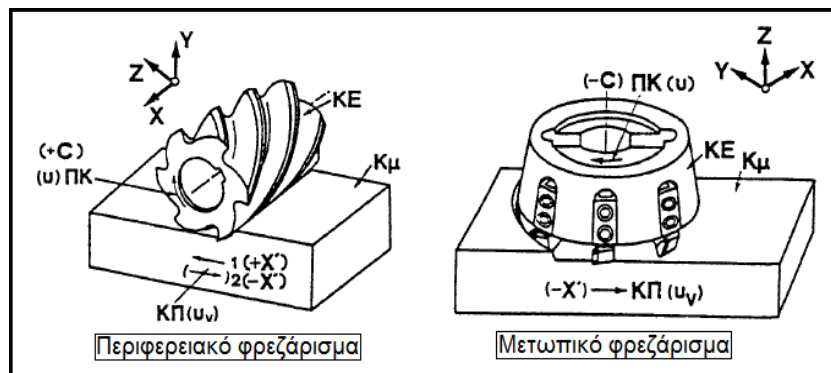
	Αποπεράτωση	33,5	33	30	-	-	122	1159	700	0,196	-	137	0,25	1	0,219
	Εκχόνδριση	29	24,5	5	-	-	65	713	700	0,562	-	393	2,25	1	0,013
	Αποπεράτωση	24,5	24	5	-	-	122	1585	1180	0,196	-	231	0,25	1	0,022
	Γύρισμα εργαλειοφορείου 5,7° για κωνική τόννευση	29	27,75	-	6,25	6,28	65	713	700	0,562	0,3934	275	0,625	1	0,023
		27,75	26,5	-	12,5	12,6	65	746	700	0,562	0,3934	275	0,625	1	0,046
		26,5	25,25	-	18,75	18,9	65	781	700	0,562	0,3934	275	0,625	1	0,069
		25,25	24	-	25	25,2	122	1538	1180	0,196	0,1372	162	0,625	1	0,156
Συνολικός χρόνος κατεργασίας t (min)															0,932

1.5 Είδη φρεζαρίσματος

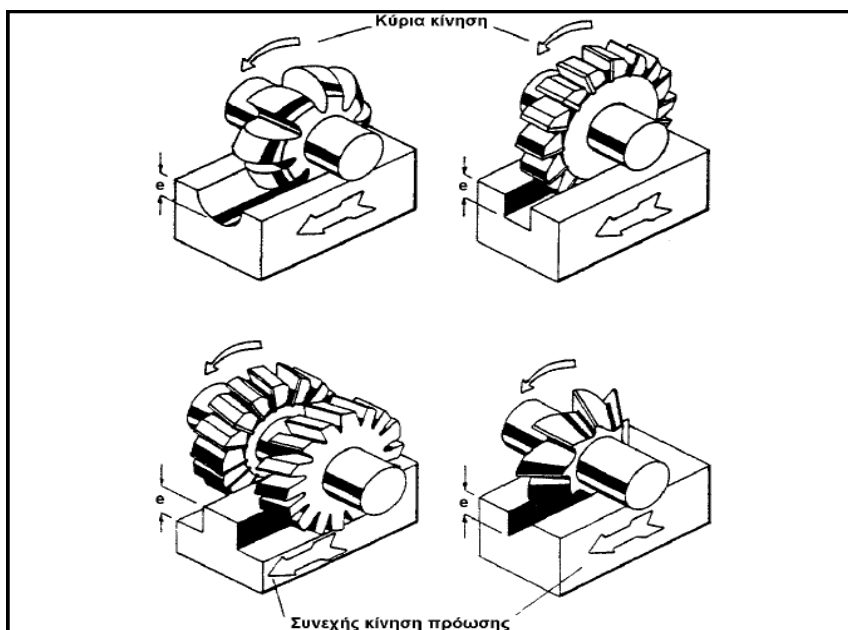
Το φρεζάρισμα είναι μια μέθοδος κατεργασίας, η οποία επιτυγχάνεται από ένα περιστρεφόμενο εργαλείο πολλών κοπτικών ακμών.

Διακρίνουμε τα είδη φρεζαρίσματος στις ακόλουθες 2 κατηγορίες και είναι οι εξής:

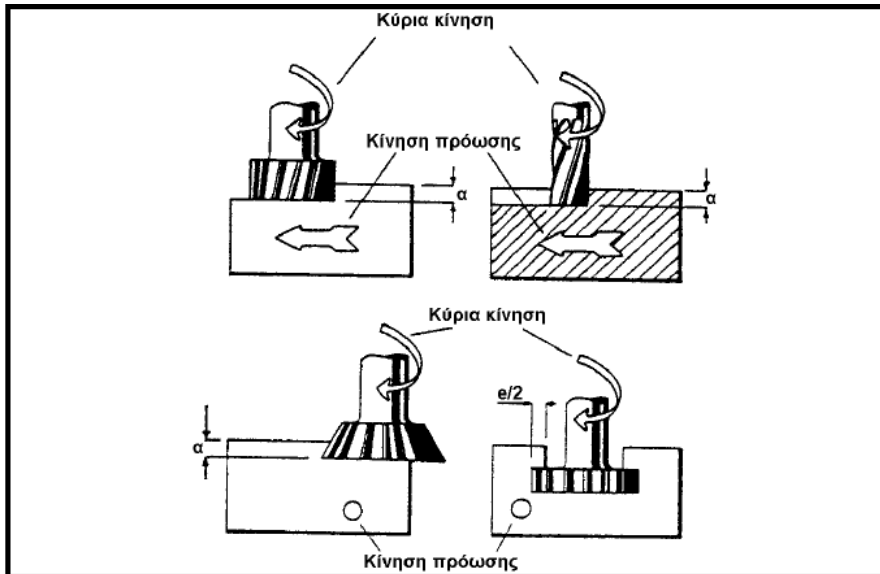
1. Περιφερειακό, όταν ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι παράλληλος προς το τραπέζι και επίσης διαχωρίζεται σε δυο υποκατηγορίες:
 - ομόρροπο, όταν η κίνηση του τεμαχίου και του κοπτικού εργαλείου είναι προς την ίδια κατεύθυνση και
 - αντίρροπο, όταν η κίνηση του τεμαχίου και του κοπτικού εργαλείου είναι προς την αντίθετη κατεύθυνση.
2. Μετωπικό, όταν ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι κάθετος προς το τραπέζι.



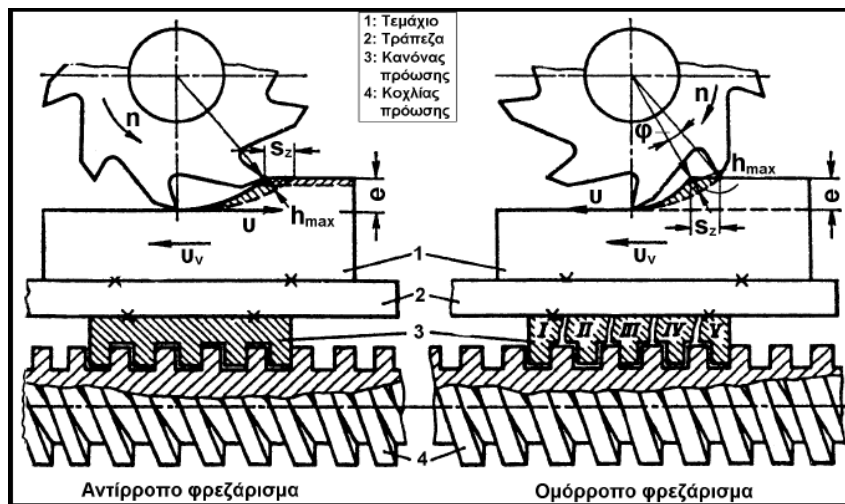
Εικόνα 1.11 Οι δυο κατηγορίες φρεζαρίσματος [6]



Εικόνα 1.12 Παραδείγματα περιφερειακού φρεζαρίσματος [6]



Εικόνα 1.13 Παραδείγματα μετωπικού φρεζαρίσματος [6]



Εικόνα 1.14 Υποκατηγορίες περιφερειακού φρεζαρίσματος [6]

1.6 Συνθήκες κατεργασίας κατά το φρεζάρισμα

Οι συνθήκες κοπής κατά το φρεζάρισμα είναι: η ταχύτητα κοπής U , η πρόωση ανά οδόντα s_z και το βάθος κοπής a .

Η ταχύτητα κοπής U υπολογίζεται ως εξής:

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

Όπου:

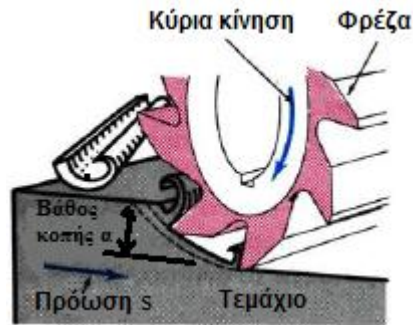
- D , η διάμετρος του κοπτήρα σε mm και
- n , οι στροφές της ατράκτου σε rpm

Η πρόωση ανά οδόντα s_z υπολογίζεται ως εξής:

$$s_z = \frac{S}{z \cdot n} \text{ mm/οδόντα}$$

Όπου:

- S, η ταχύτητα προώσεως του τραπεζιού σε mm/min και
- z, ο αριθμός οδόντων του κοπτήρα



Εικόνα 1.15 Πρόωση και βάθος κοπής κατά το φρεζάρισμα [4]

Σύμφωνα με την εικόνα 1.16, κατά το φρεζάρισμα για να εισχωρήσει το κοπτικό εργαλείο στο κατεργαζόμενο τεμάχιο απαιτείται μία διαδρομή l_a , η οποία εξαρτάται από τη διάμετρο D και το βάθος κοπής a και είναι:

$$l_a = \sqrt{D \cdot a - a^2} \text{ mm}$$

Στη συνέχεια, χρειάζεται να εκτελέσει μία διαδρομή όσο το μήκος l του τεμαχίου για να ολοκληρωθεί η κατεργασία και η απαιτούμενη διαδρομή του τραπεζιού είναι:

$$L' = l_a + l_\beta + l = l + \sqrt{D \cdot a - a^2} + l_\beta \text{ mm}$$

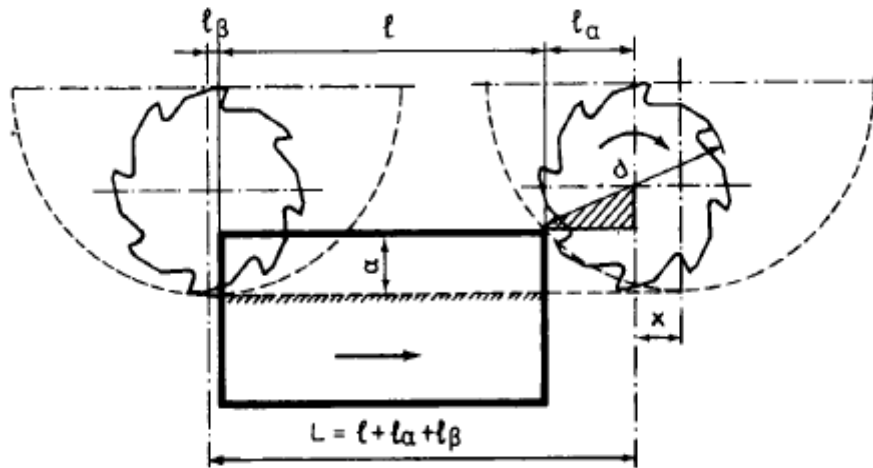
Όπου το l_β καθορίζεται ανάλογα με την περίπτωση κοπής και το είδος του κοπτικού εργαλείου και είναι από 1...3 mm.

Ο χρόνος κατεργασίας σύμφωνα και με τα παραπάνω θα είναι:

$$t = \frac{L'}{S}$$

Όπου:

- L' , η διαδρομή του τραπεζιού σε mm
- S, η ταχύτητα προώσεως του τραπεζιού σε mm/min [4]



Εικόνα 1.16 Απαιτούμενη διαδρομή τραπεζιού φρεζομηχανής για κατεργασία με κυλινδρική φρέζα [4]

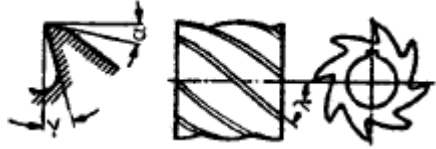
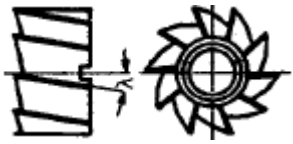
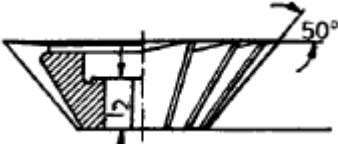

Η ταχύτητα κοπής U και η πρόωση ανά οδόντα s_z μπορεί να επιλεγεί από τον πίνακα 1.5 για διάφορα είδη κοπτήρων φρεζαρίσματος και για τα πιο συνηθισμένα κατεργαζόμενα υλικά.

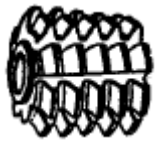
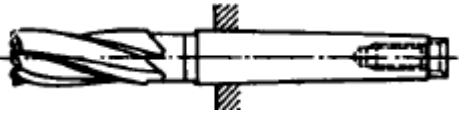
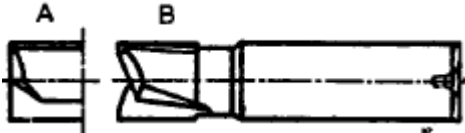

Η επιλογή αριθμού οδόντων για διάφορα είδη κοπτήρων φρεζομηχανής από υλικό ταχυχάλυβα μπορεί να γίνει από τον πίνακα 1.6.

Πίνακας 1.5 Ενδεικνυόμενες τιμές για την ταχύτητα κοπής U και πρόωση ανά οδόντα s_z σε φρεζάρισμα με κοπτήρες από ταχυχάλυβα ή σκληρομέταλλο [4]

Υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου	Μέγιστη αντοχή kp/mm ² ή Σκληρότητα (HB)	Ταχύτητα κοπής U (m/min)		Πρόωση ανά οδόντα s_z (mm/ οδόντα)			
		Ταχυχάλυβας	Σκληρομέταλλο	Κυλινδρικοί και μετωπικοί κοπτήρες	Δισκοειδής κοπτήρες	Κονδυλο- ειδής κοπτήρες	Κοπτήρες με οπισθοτόρνευση
Χάλυβας	<60	16 ... 25	100 ... 150	0,1 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,06
	[60, 80)	10 ... 18	50 ... 120	0,08 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χυτοχάλυβας	<110	8 ... 16	40 ... 63	0,05 ... 0,1	0,04 ... 0,05	0,01 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Χυτοσίδηρος	<180	16 ... 25	50 ... 100	0,16 ... 0,25	0,07 ... 0,1	0,02 ... 0,1	0,05 ... 0,08
	>180	8 ... 18	30 ... 80	0,1 ... 0,2	0,04 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χαλκός		40 ... 63	63 ... 150	0,2 ... 0,25	0,08 ... 0,1	0,018 ... 0,08	0,05 ... 0,08
Ορείχαλκος, Μπρούτζος, Ψαθυρά υλικά		40 ... 63	100 ... 160	0,2 ... 0,3	0,07 ... 0,09	0,016 ... 0,07	0,04 ... 0,08
Συνεκτικά υλικά		32 ... 50	80 ... 120	0,16 ... 0,2	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,06
Αλουμίνιο μαλακό		120 ... 250	300 ... 500	0,16 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,018 ... 0,09	0,04 ... 0,07
Αλουμίνιο σκληρό		80 ... 160	160 ... 300	0,1 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,016 ... 0,08	0,03 ... 0,06
Κράματα ψευδαργύρου		60 ... 120	100 ... 200	0,2 ... 0,3	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,08

Πίνακας 1.6 Επιλογή αριθμού οδόντων σε τυποποιημένα κοπτικά εργαλεία φρέζομηχανής από ταχυάλυβα [4]

Τυποποίηση κοπτικών εργαλείων	Μορφή κοπτικού εργαλείου	Κατηγορία σκληρότητας κοπή	D=	40	50	63	80	100	125	160	200				
			z ₁ =												
Κυλινδρικοί κοπήρες DIN 884 και DIN 1892		N	z ₁ =	6	7	8	8	10	10	12					
		H	z ₂ =	10	12	14	16	18	20	22					
		W	z ₃ =	4	5	6	6	8	8	10					
Κυλινδρικοί/Μετωπικοί κοπήρες DIN 1880		N	z ₁ =	8	8	10	10	12	14	16					
		H	z ₂ =	12	14	16	18	20	22	24					
		W	z ₃ =	5	5	6	8	8	10	10					
Γωνιακοί κοπήρες DIN 842		N	z ₁ =	16	18	20	22	24	28	32					
Δισκοειδείς κοπήρες DIN 885 και DIN 1891		N	z ₁ =	-	10	10	12	14	16	18	20				
			z ₂ =	-	14	16	18	20	24	26	30				
		H	z ₃ =	-	6	6	8	8	10	10	12				
		W	z ₁ =	-	-	10	12	14	16	18	20				

			$z_2=$	-	-	14	18	20	22	26	30				
Κυλινδρικοί ελικοειδείς κοπτήρες για οδοντωτούς τροχούς DIN 8002		N	-	-	12	10	10	9	8	9	9				
Κονδυλοειδείς κοπτήρες DIN 844 και DIN 845		N	D=	2	5	8	10	16	20	25	32	36	40	50	63
			$z_1=$	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	8	8
		H	$z_2=$	4	5	5	6	6	8	8	10	10	10	12	14
W	$z_2=$	-	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	
Κονδυλοειδείς κοπτήρες για σφηναύλακες DIN 326 και DIN 327		N	$z_1=$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-
Κονδυλοειδείς κοπτήρες για αυλάκια DIN 851			D=	12,5	16	22	25	32	40	50	63	75	85	95	-
		N		6	6	6	8	8	8	10	10	12	12	14	

Κοπτήρες τύπου N: για μαλακούς και ημίσκληρους χάλυβες μέχρι 80 kP/mm², H: για πολύ σκληρά και συνεκτικά υλικά, W: για πολύ μαλακά και συνεκτικά υλικά
d1: εξωτερική διάμετρος κοπτικού εργαλείου και όπου z1, z2, z3 αριθμοί οδόντων για N, H και W αντίστοιχα.

1.7 Άσκηση 1^η: Κατασκευή τεμαχίου με αυλακώσεις και λοξοτμήσεις

1.7.1 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η παρουσίαση κάποιων από τις δυνατότητες κατεργασιών της φρεζομηχανής και συγκεκριμένα η απόκτηση ικανοτήτων και γνώσεων όσον αφορά την επιλογή του κοπτικού εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί και τις συνθήκες κατεργασίας που θα πραγματοποιηθούν κατά το περιφερειακό φρεζάρισμα.

1.7.2 Απαιτούμενα υλικά

Τεμάχιο ορθογωνικών διαστάσεων 69x68x65 mm και υλικό από χάλυβα ποιότητας S235JR και αντοχής σε εφελκυσμό ίση με $R_m = 50 \text{ kp/mm}^2$

1.7.3 Απαιτούμενα εργαλεία και όργανα μέτρησης

- Κυλινδρικός κοπτήρας με τυποποίηση κατά DIN 884,
- δισκοειδής κοπτήρας με τυποποίηση κατά DIN 885 A,
- γωνιακός κοπτήρας με τυποποίηση κατά DIN 842,
- παχύμετρο και
- μέγγενη συγκρατήσεως του τεμαχίου.

1.7.4 Μέτρα ασφαλείας

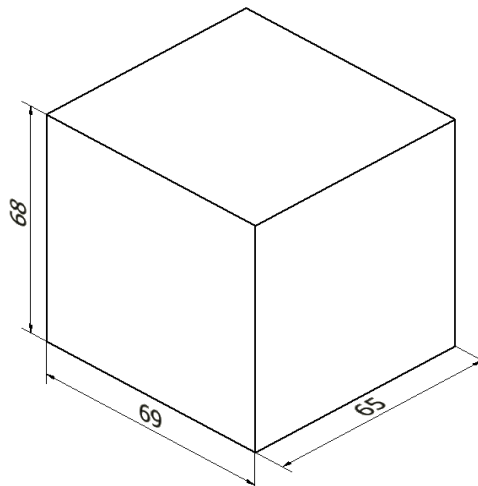
Για τη χρήση της φρεζομηχανής θα πρέπει να τηρούνται κάποιοι βασικοί κανόνες ασφαλείας, οι οποίοι είναι οι εξής:

- η χρήση προστατευτικών γυαλιών για την προστασία των ματιών από τα απόβλιττα (γρέζια) είναι απαραίτητη,
- ο χειριστής οφείλει να μη φοράει ευρύχωρα ρούχα ή διάφορα αντικείμενα που θα μπορούσαν να συλληφθούν από τα κινούμενα μέρη της εργαλειομηχανής,
- να μην απομακρύνονται τα απόβλιττα (γρέζια) με τα χέρια αλλά με ειδική βούρτσα και μόνο όταν είναι εκτός λειτουργίας,
- απαραίτητη χρήση προστατευτικών γαντιών,
- να μην πραγματοποιούνται μετρήσεις μήκους ή διαμέτρου με μετρητικό όργανο όταν το αντικείμενο περιστρέφεται,

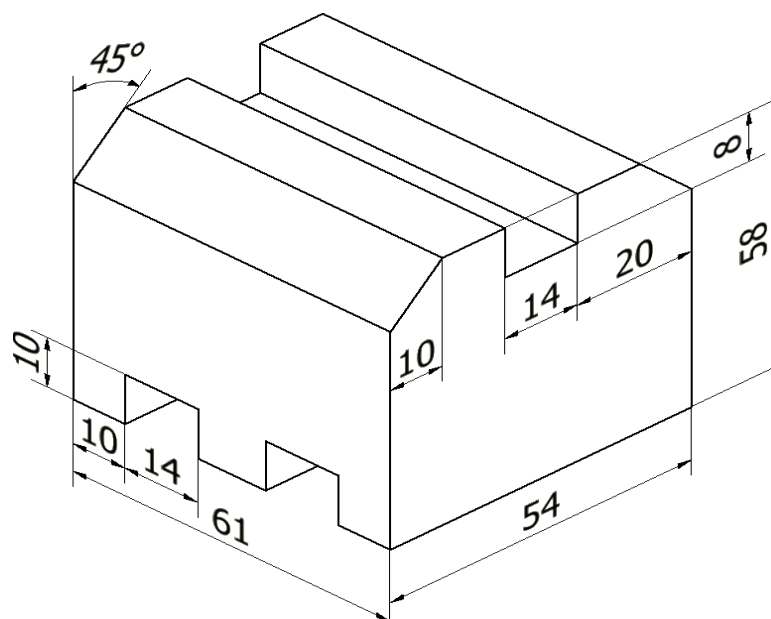
- να μην πραγματοποιούνται αλλαγές στροφών κύριας κίνησης, όταν περιστρέφεται η άτρακτος,
- το κατεργαζόμενο τεμάχιο πρέπει να στερεώνεται στη μέγγενη κεντραρισμένο και με ασφάλεια και τέλος,
- το περικόχλιο της ατράκτου της εργαλειομηχανής θα πρέπει να είναι καλά σφιγμένο.

1.7.5 Κατασκευαστικά σχέδια

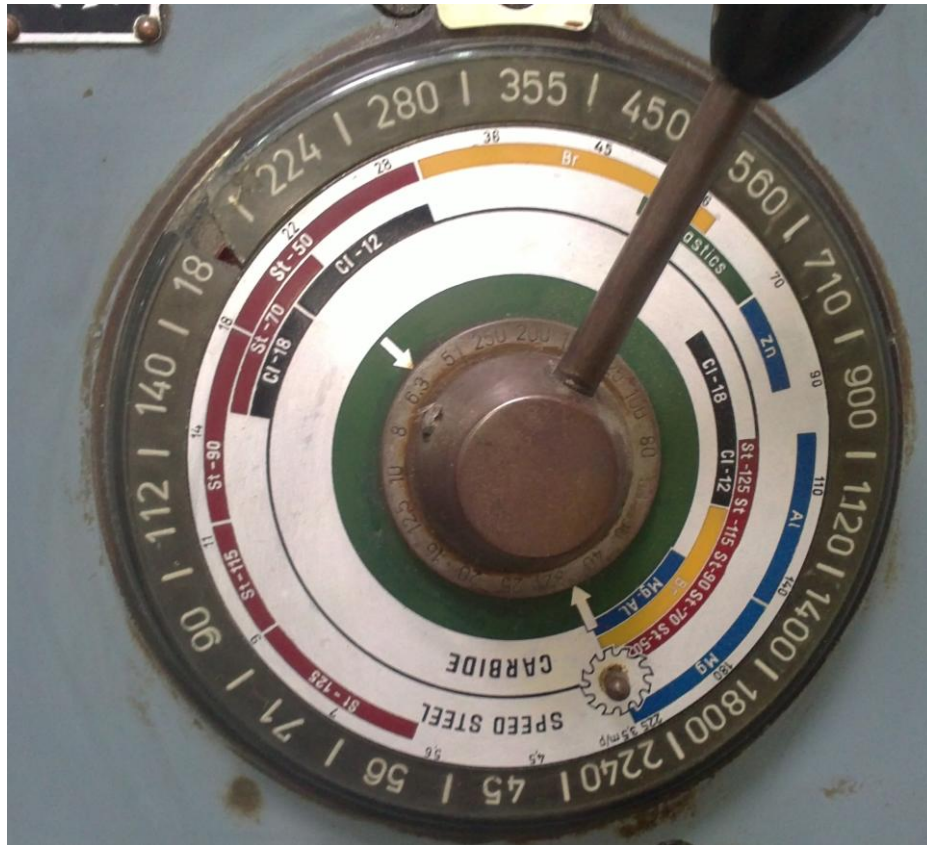
Παρακάτω απεικονίζονται τα σχέδια με τις διαστάσεις του τεμαχίου όπως ήταν αρχικά και όπως θα γίνει ύστερα από την κατεργασία στη φρεζομηχανή.



Εικόνα 1.17 Κατασκευαστικό σχέδιο τεμαχίου προς κατεργασία με αρχικές διαστάσεις



Εικόνα 1.18 Κατασκευαστικό σχέδιο τεμαχίου με αυλακώσεις και λοξοτμήσεις



Εικόνα 1.19 Επιλογήας στροφών ατράκτου φρεζομηχανής εταιρείας Strigon, τύπου ME-250 που βρίσκεται στη θέση Νο.4 στο μηχανολογικό εργαστήριο II



Εικόνα 1.20 Επιλογήας ταχυτήτων προώσεως φρεζομηχανής εταιρείας Strigon, τύπου ME-250 που βρίσκεται στη θέση Νο.4 στο μηχανολογικό εργαστήριο II

Πίνακας 1.7 Κοπτικά εργαλεία που επιλέχθηκαν για την διεκπαιρέωση της άσκησης της φρεζομηχανής

Στοιχεία κοπτήρα		Εικόνα και περιγραφή κοπτήρα
DIN 884		Κυλινδρικός
D=	63	
d=	27	
L=	70	
Z1=	8	
DIN 885 A		Δισκοειδής
D=	80	
d=	27	
L=	14	
Z1=	14	
DIN 842		Γωνιακός
D=	63	
d=	16	
L=	18	
Z1=	18	

1.7.6 Παραδείγματα πράξεων

Για την 1^η φάση κατεργασίας, έχουμε:

Για υλικό από χάλυβα αντοχής $R_m = 50 \text{ kp/mm}^2$ και κοπτικό εργαλείο κυλινδρικό κοπτήρα από ταχυχάλυβα κατά DIN 884. Ο τύπος του κοπτικού εργαλείου θα είναι N, ο οποίος χρησιμοποιείται για μαλακούς και ημίσκληρους χάλυβες αντοχής μέχρι 80 kp/mm^2 . Έχοντας τα παραπάνω στοιχεία με βάση τον πίνακα 1.5 λήφθηκαν η ταχύτητα κοπής για εκχόνδριση $U = 16 \text{ m/min}$ και για αποπεράτωση $U = 22 \text{ m/min}$.

$$\text{Εκχόνδριση: } U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{16 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 80,8 \text{ rpm}$$

$$\text{Αποπεράτωση: } U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \Rightarrow n_{\theta\epsilon\omega\rho} = \frac{22 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 111,2 \text{ rpm}$$

Οι πραγματικές στροφές της εργαλειοφόρου ατράκτου επιλέγονται από την εικόνα 1.19 (εξωτερική σειρά τιμών) και είναι οι πλησιέστερες διαθέσιμες δηλαδή για εκχόνδριση $n_{\text{πραγμ}} = 71 \text{ rpm}$, ενώ για αποπεράτωση $n_{\text{πραγμ}} = 90 \text{ rpm}$.

Η πρόωση ανά οδόντα επιλέγεται από τον πίνακα 1.5 για τον προαναφερθέντα κοπτήρα και υλικό τεμαχίου και είναι για εκχόνδριση $s_z = 0,2 \text{ mm/οδόντα}$, ενώ για αποπεράτωση $s_z = 0,1 \text{ mm/οδόντα}$

Η θεωρητική ταχύτητα πρόωσης υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Εκχόνδριση: } s_z = \frac{S_{\theta\epsilon\omega\rho}}{z \cdot n_{\text{πραγμ}}} \Rightarrow S_{\theta\epsilon\omega\rho} = 0,2 \cdot 8 \cdot 71 = 113,6 \text{ mm/min}$$

$$\text{Αποπεράτωση: } s_z = \frac{S_{\theta\epsilon\omega\rho}}{z \cdot n_{\text{πραγμ}}} \Rightarrow S_{\theta\epsilon\omega\rho} = 0,1 \cdot 8 \cdot 90 = 72 \text{ mm/min}$$

Η πραγματική ταχύτητα πρόωσης προκύπτει από την εικόνα 1.20 και είναι για εκχόνδριση $S_{\text{πραγμ}} = 100 \text{ mm/min}$, ενώ για αποπεράτωση $S_{\text{πραγμ}} = 63 \text{ mm/min}$

Το μήκος κατεργασίας L' υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Εκχόνδριση: } L' &= l_a + l_\beta + l = l + \sqrt{D \cdot a - a^2} + l_\beta = 68 + \sqrt{63 \cdot 2 - 2^2} + 2 \\ &= 81 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Εκχόνδριση: } L' &= l_a + l_\beta + l = l + \sqrt{D \cdot a - a^2} + l_\beta = \\ &= 68 + \sqrt{63 \cdot 1,8 - 1,8^2} + 2 = 80,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Αποπεράτωση: } L' &= l_a + l_\beta + l = l + \sqrt{D \cdot a - a^2} + l_\beta = \\ &= 68 + \sqrt{63 \cdot 0,2 - 0,2^2} + 2 = 73,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ο καθαρός χρόνος κατεργασίας t υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Εκχόνδριση: } t = \frac{L'}{S_{\text{πραγμ}}} = \frac{81 \cdot \text{αριθμός πάσων}}{100} = \frac{81 \cdot 2}{100} = 1,62 \text{ min}$$

$$\text{Εκχόνδριση: } t = \frac{L'}{S} = \frac{80,5 \cdot \text{αριθμός πάσων}}{100} = \frac{80,5 \cdot 1}{100} = 0,8 \text{ min}$$

$$\text{Αποπεράτωση: } t = \frac{L'}{S} = \frac{73,5 \cdot \text{αριθμός πάσων}}{63} = \frac{73,5 \cdot 1}{63} = 1,17 \text{ min}$$

Για την 7^η φάση κατεργασίας, έχουμε:

Στην αλλαγή του κοπτικού εργαλείου για να δημιουργηθεί το αυλάκι με το δισκοειδή κοπτήρα κατά DIN 885 Α υπήρξε μία μετατόπιση της τράπεζας, η οποία συμπεριλάμβανε και το πλάτος του κοπτικού εργαλείου. Αυτή η μετατόπιση υπολογίζεται ως εξής:

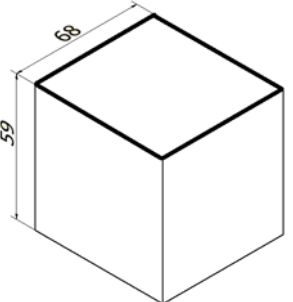
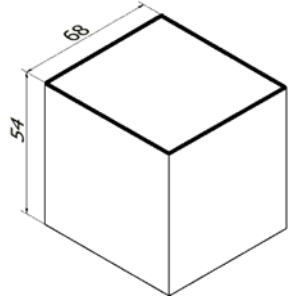
$$\text{Μετατόπιση τράπεζας} = L + 10 \text{ mm} = 14 + 10 = 24 \text{ mm}$$

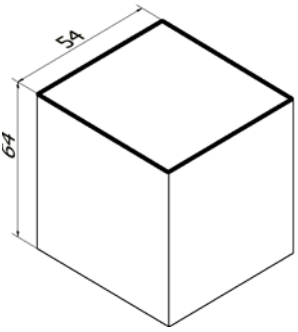
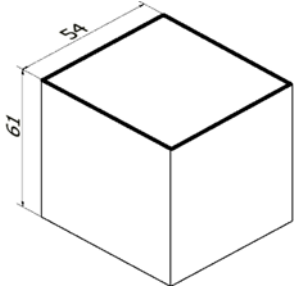
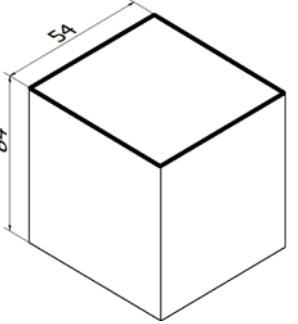
Για την 10^η φάση κατεργασίας, έχουμε:

Για την λοξότμηση με το κοπτικό εργαλείο κατά DIN 842 με γωνία κοπής 45° και γνωρίζοντας ότι θα κατεργαστούμε 8 mm προς τα κάτω, οι πλευρές θα είναι:

$$\epsilon\phi 45^\circ = \frac{\text{απέναντι κάθετη}}{\text{προσκειμένη}} = \frac{8}{x} \Rightarrow x = \frac{8}{1} = 8 \text{ mm}$$

1.7.7 Φασεολόγιο

Φάση κατεργασίας	Παρατηρήσεις	Αρχική διάσταση mm	Τελική διάσταση mm	Μήκος κατεργασίας τεμαχίου l mm	Στοιχεία κοπτήρα	Μετατόπιση τράπεζας mm	Ταχύτητα κοπής U m/min	Στροφές φρέζας n rpm		Πρόωση ανά οδόντα Sz mm/οδόντα	Ταχύτητα προώσεως S mm/min		Βάθος κοπής mm	Αριθμός πιάσων	Μήκος κατεργασίας L' mm	Χρόνος κατεργασίας t min				
								Θεωρητικές n _{θεορ}	Πραγματικές n _{πραγμ}		Θεωρητικές S _{θεορ}	Πραγματικές S _{πραγμ}								
	Συγκράτηση στη μέγγενη και εκχόνδριση	65	61	68	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	2	81,0	1,62			
					D=	63														
					d=	27														
			L=		70															
	Αποπεράτωση	59,2	59		Z1=	8		22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	73,5	1,17			
	Συγκράτηση από την απέναντι πλευρά και εκχόνδριση	59	55	68	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	2	81,0	1,62			
					D=	63														
					d=	27														
			L=		70															
	Αποπεράτωση	54,2	54		Z1=	8		22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	73,5	1,17			

	Συγκράτηση στη μέγγενη και εκχόνδριση της πλευράς 68 mm	68	66	54	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	1	67,0	0,67
		66	64,2		D=	63		16	80,8	71	0,2	113,6	100	1,8	1	66,5	0,66
					d=	27											
	L=	70															
Αποπεράτωση	64,2	64	Z ₁ =	8	22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	59,5	0,95			
	Συγκράτηση από την απέναντι πλευρά και εκχόνδριση	64	62	54	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	1	67,0	0,67
		62	61,2		D=	63		16	80,8	71	0,2	113,6	100	0,8	1	63,1	0,63
					d=	27											
	L=	70															
Αποπεράτωση	61,2	61	Z ₁ =	8	22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	59,5	0,95			
	Συγκράτηση στη μέγγενη και εκχόνδριση της πλευράς 69 mm	69	65	54	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	2	67,0	1,34
		65	64,2		D=	63		16	80,8	71	0,2	113,6	100	0,8	1	77,1	0,77
					d=	27											
	L=	70															
Αποπεράτωση	64,2	64	Z ₁ =	8	22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	73,5	1,17			

	Συγκράτηση από την απέναντι πλευρά και εκχόνδριση	64	60	54	DIN 884		-	16	80,8	71	0,2	113,6	100	2	2	67,0	1,34
		60	58,2		D=	63		16	80,8	71	0,2	113,6	100	1,8	1	66,5	0,66
					d=	27											
	L=	70															
Αποπεράτωση	58,2	58	Z ₁ =	8	22	111,2	90	0,1	72	63	0,2	1	59,5	0,95			
	Αλλαγή κοπτικού εργαλείου (δισκοειδής κοπτήρας) / δημιουργία αυλακιού και εκχόνδριση	58	50	54	DIN 885 A		24	16	63,7	56	0,08	62,72	50	2	4	68,5	5,48
		50	48,2		D=	80		16	63,7	56	0,08	62,72	50	1,8	1	67,9	1,36
					d=	27											
	L=	14															
Αποπεράτωση	48,2	48	Z ₁ =	14	22	87,5	71	0,06	59,64	50	0,2	1	60,0	1,20			
	Δημιουργία διπλανού αυλακιού και εκχόνδριση	58	50	54	DIN 885 A		24	16	63,7	56	0,08	62,72	50	2	4	68,5	5,48
		50	48,2		D=	80		16	63,7	56	0,08	62,72	50	1,8	1	67,9	1,36
					d=	27											
	L=	14															
Αποπεράτωση	48,2	48	Z ₁ =	14	22	87,5	71	0,06	59,64	50	0,2	1	60,0	1,20			

	Αντιστροφή τεμαχίου/ συγκράτηση στη μέγγενη/ δημιουργία αυλακιού και εκχόνδριση	58	52	61	DIN 885 A		41	16	63,7	56	0,08	62,72	50	2	3	75,5	4,53
		52	50,2		D=	80											
					d=	27											
					L=	14											
	Αποπεράτωση	50,2	50		Z₁=	14		22	87,5	71	0,06	59,64	50	0,2	1	67,0	1,34
	Αλλαγή κοπτικού εργαλείου (γωνιακός κοπτήρας) / δημιουργία λοξότμησης 45 (εκχόνδριση)	58	52	61	DIN 842		-	16	80,8	71	0,08	102,2	100	2	3	74,0	2,22
		52	50,2		D=	63											
					d=	16											
					L=	18											
	Αποπεράτωση	50,2	50		Z₁=	18		22	111,2	90	0,06	97,2	80	0,2	1	66,5	0,83
	Λοξότμηση απέναντι πλευράς (εκχόνδριση)	58	52	61	DIN 842		-	16	80,8	71	0,08	102,2	100	2	3	74,0	2,22
		52	50,2		D=	63											
					d=	16											
					L=	18											
	Αποπεράτωση	50,2	50		Z₁=	18		22	111,2	90	0,06	97,2	80	0,2	1	66,5	0,83

Συνολικός χρόνος κατεργασίας t min		48,92
---	--	-------

Κεφάλαιο 2

Συντήρηση εργαλειομηχανών

2.1 Γενικά

Όπως είναι γνωστό, οι εργαλειομηχανές αποτελούνται από σταθερά, περιστρεφόμενα ή παλινδρομούντα μέρη και οι διάφορες κινήσεις σε αυτές γίνονται συνήθως με συνδυασμούς μηχανικών, ηλεκτρικών, υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων. Η σχετική όμως κίνηση επιφανειών της εργαλειομηχανής που τρίβονται προξενεί, με την πάροδο του χρόνου, φθορά με συνέπεια αρχικά μεν μείωση της ποιοτικής τους ικανότητας και τελικά την ακαταλληλότητα τους για εργασία. Εξάλλου η αστοχία μιας εργαλειομηχανής, πέρα από τη φθορά της, μπορεί να οφείλεται και σε ξαφνική βλάβη ή καταστροφή κάποιου (ή κάποιων) εξαρτήματός της στο αρχικό στάδιο λειτουργίας της, λόγω ελαττωματικού υλικού κατασκευής ή αργότερα από κόπωση (καταπόνηση επί μακρό χρόνο με μεταβαλλόμενα φορτία). Έτσι, για να διατηρείται η εργαλειομηχανή συνεχώς σε κατάσταση ετοιμότητας για εργασία και, όσο το δυνατό, επί μακρότερο χρόνο σε κατάσταση κανονικής εργασίας ή να έχει, όπως λέμε, μακρότερη ωφέλιμη ζωή (δηλαδή να εργάζεται με ικανοποιητική ακρίβεια και ρυθμό αφαιρέσεως υλικού), θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε από το ένα μέρος να περιορίζεται η φθορά των τριβόμενων μερών της και από το άλλο να αποφεύγονται διακοπές στη λειτουργία της (άρα και στην παραγωγή) λόγω κάποιας απρόβλεπτης βλάβης και όταν η εργαλειομηχανή τεθεί εκτός λειτουργίας εξαιτίας βλάβης, τότε θα πρέπει γρήγορα και προγραμματισμένα να επισκευάζεται. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με ενδεδειγμένη για κάθε εργαλειομηχανή συντήρηση, που περιλαμβάνει ένα σύνολο από εργασίες απαραίτητες για την επίτευξη του σκοπού της, όπως μόλις περιγράφηκε.

[10]

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι, εκτός από τη συντήρηση και η καλή εκπαίδευση του τεχνίτη και εργοδηγού στη σωστή χρήση της εργαλειομηχανής αποτελεί ένα σοβαρό στοιχείο για την αποδοτική της λειτουργία. Και μάλιστα η εκπαίδευση αυτή θα πρέπει να είναι συνεχιζόμενη για να καλύπτει τυχόν νέου τύπου εργαλειομηχανές και ιδιαίτερα νεώτερου τύπου συστήματα ελέγχου (στα συστήματα ελέγχου

παρουσιάζονται συχνές αλλαγές και εξελίξεις). Πλήρεις οδηγίες για την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση κάθε εργαλειομηχανής δίνονται στο εγχειρίδιο λειτουργίας και συντήρησης της εργαλειομηχανής που εκδίδει ο κατασκευαστής της και το οποίο συνοδεύει την εργαλειομηχανή. Καλό θα είναι, αν το εγχειρίδιο αυτό δεν είναι γραμμένο στην ελληνική, αλλά σε άλλη γλώσσα, να μεταφράζεται είτε αυτούσιο είτε κατά τα πιο σπουδαία του μέρη.

Τις εργασίες συντήρησης των εργαλειομηχανών (όπως και άλλων ακόμα μηχανών, οχημάτων, εγκαταστάσεων κλπ), μπορούμε να τις διακρίνουμε σε:

- προληπτικής συντήρησης,
- συντήρησης ως τη βλάβη ή εργασίες επισκευής και
- προβλεπτικής συντήρησης [10]

2.2 Η προληπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών

2.2.1 Γενικά

Η προληπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών περιλαμβάνει όλες εκείνες τις εργασίες που είναι απαραίτητες, για να:

- περιορίζονται, όσο γίνεται, οι φθορές τους με κατάλληλη λίπανση και
- διατηρούνται πάντοτε σε κατάσταση λειτουργίας με επιθεώρηση όλων των μερών και εξαρτημάτων τους για την πρόληψη κάθε ενδεχόμενης βλάβης (επισήμανση κάθε αρχόμενης φθοράς ή ανωμαλίας σε τρόπο, ώστε αυτή να μην προχωρήσει και επιφέρει σοβαρή βλάβη στην εργαλειομηχανή) και με έγκαιρο προγραμματισμό των επισκευών τους προτού σταματήσουν να λειτουργούν.

Οι δραστηριότητες αυτές της προληπτικής συντήρησης είναι ιδιαίτερης σημασίας. Με σχολαστική τήρηση των κανόνων της προληπτικής συντήρησης μειώνονται σημαντικά οι ανάγκες για επισκευές των εργαλειομηχανών, επιμηκύνεται η ωφέλιμη ζωή τους και μειώνεται γενικά το κόστος για τη συντήρησή τους. [10]

Για να γίνει πιο αποτελεσματική, είναι δυνατό η προληπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών να κλιμακωθεί ως: ημερήσια συντήρηση, ως εβδομαδιαία, μηνιαία,

τριμηνιαία, εξαμηνιαία ή ως ετήσια. Είναι αυτονόητο ότι για καθένα από τα είδη αυτά προληπτικής συντήρησης που θεωρούμε σκόπιμο και αποφασίζουμε να το εφαρμόσουμε, θα πρέπει να καταρτισθούν λεπτομερείς οδηγίες εκτελέσεώς του.

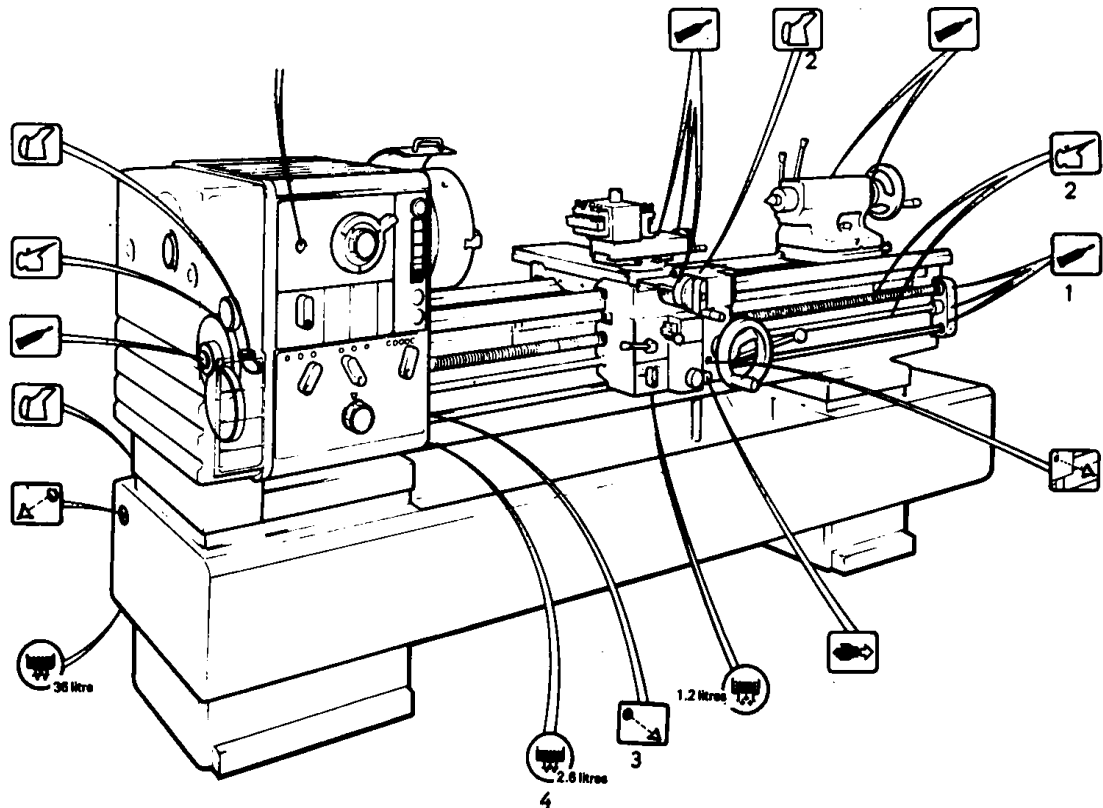
Παρακάτω δίνονται ενδεικτικά πληροφορίες για την εκτέλεση της ημερήσιας και της τριμηνιαίας προληπτικής συντήρησης των εργαλειομηχανών, οι οποίες θεωρούνται και πιο σημαντικές.

2.2.2 Εργασίες ημερήσιας προληπτικής συντήρησης

Εκτελούνται συνήθως μετά το πέρας της εργασίας από το χειριστή της εργαλειομηχανής κάθε εργάσιμη μέρα και περιλαμβάνουν:

- Επιθεώρηση της εργαλειομηχανής. Αυτό αποβλέπει στη διαπίστωση τυχόν φθορών που αρχίζουν και γενικά κάθε αποκλίσεως από ό,τι ονομάζεται κατάσταση κανονικής εμφανίσεως και λειτουργίας μιας εργαλειομηχανής. Κρίνεται ότι η επιθεώρηση αυτή θα πρέπει οπωσδήποτε να γίνεται με βάση έντυπες οδηγίες, που συντάσσονται και εκδίδονται από το αρμόδιο τμήμα του μηχανουργείου, από στοιχεία που περιέχονται στο εγχειρίδιο λειτουργίας και συντήρησης κάθε εργαλειομηχανής. Ενδεικτικά μπορεί να ελεγχθεί, αν υπάρχει διαρροή σε παρεμβίσματα (τσιμούχες), να επιθεωρηθούν οι ολισθητήρες για χαραγές ή οξειδώσεις και γενικά να καθαρίζεται η εργαλειομηχανή. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί η μεγάλη σημασία που έχει η καθαριότητα γενικά στην επιτυχία της προληπτικής συντήρησης.
- Λίπανση της εργαλειομηχανής. Η λίπανση εκτελείται βάσει οδηγιών που δίνονται στην πινακίδα λιπάνσεως ή στο διάγραμμα λιπάνσεως της εργαλειομηχανής, που είτε διατίθεται απευθείας από τον κατασκευαστή είτε καταρτίζεται από τις σχετικές οδηγίες που περιέχονται στο εγχειρίδιο λειτουργίας και συντήρησης της εργαλειομηχανής. Σε ένα τέτοιο διάγραμμα λιπάνσεως καταδεικνύονται οι θέσεις της εργαλειομηχανής που χρειάζονται λίπανση (με λάδι ή με γράσσο), αναφέρεται το είδος του λιπαντικού που θα χρησιμοποιηθεί, η χωρητικότητα των διαφόρων δοχείων (π.χ. του κιβωτίου ταχυτήτων), του συστήματος λιπάνσεως, όπως και η συχνότητα λιπάνσεως (ημερησίως, εβδομαδιαίως κλπ), και αλλαγής του λιπαντικού. Στην εικόνα 2.1 εικονίζεται το διάγραμμα λιπάνσεως ενός τόνου και στον πίνακα 2.1

παρατίθενται ενδεικτικώς λιπαντικά, που συνιστώνται για τα διάφορα μέρη των εργαλειομηχανών.[10]



Εικόνα 2.1 Διάγραμμα λιπάνσεως ενός τόνου. 1) Λιπαντήρας ή γρασσαδόρος, 2) λαδερό, 3) θυρίδα επιθεώρησης, 4) θυρίδα εκκένωσης με ένδειξη της χωρητικότητας του αντίστοιχου δοχείου λιπαντικού.

[10]

- Μικρορρυθμίσεις σε μηχανισμούς, που επιτρέπονται να γίνονται από το χειριστή της εργαλειομηχανής και αντικατάσταση φθαμένων μικροεξαρτημάτων.

Για έλεγχο της εκτέλεσης της προληπτικής συντήρησης, χρήσιμο θα είναι να υπάρχει αναρτημένο στην εργαλειομηχανή ένα κατάλληλο έντυπο, στο οποίο να αναγράφεται πότε έγινε η συντήρηση και να βεβαιώνεται αυτό με την υπογραφή του εργοδηγού.

[10]

Πίνακας 2.1 Συνιστώμενα λιπαντικά για τις εργαλειομηχανές. [10]

Μέρος ή στοιχείο εργαλειομηχανής ή είδος λιπαντικού	Είδος λιπαντικού*			
	1	2	-	-
Άτρακτοι, έδρανα	1	2	-	-
Μηχανισμοί προώσεως (οδηγοί κοχλίες, περικόχλια, οδοντωτοί κανόνες κ.α.)	1	-	3	-
Οδοντοτροχοί	1	-	3	-
Ατέρμονες κοχλίες	1	-	3	-
Ολισθητήρες	1	-	-	4
Υγρό υδραυλικών συστημάτων	-	2	-	-
Λιπαντικό γενικής χρήσεως	1	-	-	-

* 1) Καθαρά ορυκτέλαια, 2) ορυκτέλαια με εξαιρετικές αντιοξειδωτικές και αντιδιαβρωτικές ιδιότητες, όπως και ιδιότητες αντιφθοράς, 3) ορυκτέλαια με εξαιρετικές ιδιότητες αντοχής σε υψηλές πιέσεις, 4) ορυκτέλαια με εξαιρετικές ιδιότητες για λίπανση ολισθητήρων.

2.2.3 Εργασίες τριμηνιαίας προληπτικής συντήρησης

Η συντήρηση αυτή πραγματοποιείται από ένα ειδικό τεχνίτη-επιθεωρητή, τον οποίο βοηθάει και ο χειριστής της εργαλειομηχανής. Εκτελούνται οι ακόλουθες εργασίες και αυτές βάσει λεπτομερών οδηγιών:

- Σχολαστική επιθεώρηση όλων των μερών και εξαρτημάτων της εργαλειομηχανής προς διαπίστωση φθοράς ή βλάβης τους.
- Αντικατάσταση φθαρμένων εξαρτημάτων και
- Σοβαρές ρυθμίσεις της εργαλειομηχανής, που δεν είναι δυνατό να γίνουν από το χειριστή της. [10]

Μετά την εκτέλεση της τριμηνιαίας προληπτικής συντήρησης συντάσσεται κάποιο δελτίο (συνήθως είναι προτυποποιημένο έντυπο του μηχανουργείου), στο οποίο αναγράφονται λεπτομερώς οι φθορές μερών και εξαρτημάτων της εργαλειομηχανής, αντικαταστάσεις εξαρτημάτων και ρυθμίσεις που έγιναν, βλάβες που δεν θεραπεύτηκαν κ.α. Το έντυπο αυτό υποβάλλεται στο αρμόδιο γραφείο του μηχανουργείου (π.χ. στο γραφείο συντήρησης, αν υπάρχει) για ενημέρωση επάνω στην κατάσταση στην οποία βρίσκεται η εργαλειομηχανή. Αν τώρα από τη συντήρηση αυτή διαπιστωθεί ότι η εργαλειομηχανή έχει ανάγκη τέτοιων επισκευών που είναι αδύνατο να εκτελεσθούν από τον τεχνίτη-επιθεωρητή, τότε αυτό

αναγράφεται στο συντασσόμενο δελτίο, για να προγραμματισθεί πλέον η επισκευή της.

2.3 Εργασίες επισκευών των εργαλειομηχανών

Όταν στο δελτίο τριμηνιαίας προληπτικής συντήρησης μίας εργαλειομηχανής αναγραφεί ότι η εργαλειομηχανή αυτή έχει ανάγκη επισκευής (ή αν αυτό προκύψει εκτάκτως), τότε αυτή αποσύρεται από την παραγωγή και ο προγραμματισμός επισκευής της θα πρέπει να γίνει έτσι, ώστε η ακινησία της να ελαχιστοποιεί την παρακώλυση της παραγωγής.

Η εκτέλεση των επισκευών γίνεται συνήθως επί τόπου, αν αυτό είναι εφικτό, από ειδικό συνεργείο τεχνιτών. Η λήψη στοιχείων είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι αποτελούν σαφείς ενδείξεις των μερών ή εξαρτημάτων σχετικά με τη φύση και το κόστος όλων των επισκευών. Αυτό θα δείξει ποια μέρη ή εξαρτήματα της εργαλειομηχανής έχουν ανάγκη βελτιωμένης ή πιο συχνής συντήρησης και θα δώσει στοιχεία για να αποφασιστεί εν καιρώ για την αξιοποίηση ή την αντικατάσταση της εργαλειομηχανής. [10]

2.4 Η προβλεπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών

Με την προβλεπτική συντήρηση των εργαλειομηχανών δίνεται η δυνατότητα, κάνοντας έλεγχο της εργαλειομηχανής ανά τακτά χρονικά διαστήματα να γνωρίζει ο επιθεωρητής περίπου σε πόσες ώρες λειτουργίας αυτή, θα χρειαστεί αντικατάσταση σε κάποιο εξάρτημα που πιθανόν να αστοχήσει και να προκαλέσει σοβαρότερη ζημιά. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με υπολογισμό κάποιων σχέσεων (όπως ανάλυση σημάτων) σε συνδυασμό με ειδικό εξοπλισμό (όπως για ανάλυση κραδασμών, ανάλυση λιπαντικού, θερμογραφία). Ακόμα και με την προληπτική συντήρηση δε γνωρίζει κανείς τι θα συμβεί στο μεσοδιάστημα δηλαδή από τη στιγμή που θα πραγματοποιηθεί και έως την επόμενη φορά, εάν θα υπάρξει κάποιο πρόβλημα σε κάποιο εξάρτημα που πιθανόν να σταματήσει την παραγωγή. Με αυτή τη διαδικασία προγραμματίζεται τότε χρειάζεται να γίνει η αντικατάσταση χωρίς προβλήματα στην παραγωγή.

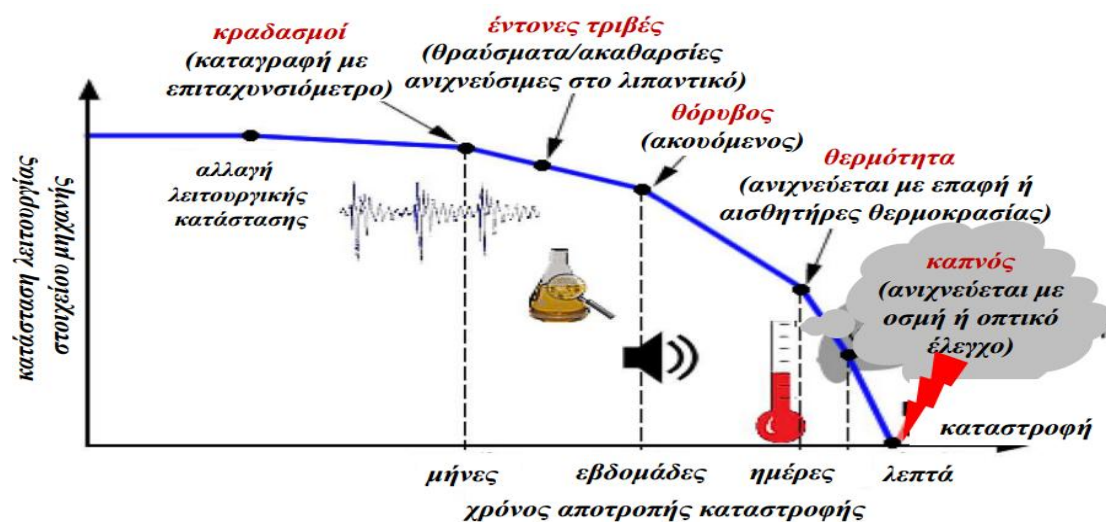
Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την εύρεση βλάβης στην προβλεπτική συντήρηση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, είναι από την ανάλυση κραδασμών. Μπορεί να διενεργηθεί περιοδική παρακολούθηση κραδασμών όπως αναφέρθηκε και παραπάνω όπου έχουμε γρήγορο ρυθμό εξέλιξης της βλάβης και είναι προσβάσιμη αλλά μπορεί να είναι και μόνιμη όπου σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι προσεγγίσιμη με αργό ρυθμό εξέλιξης της βλάβης.

Πίνακας 2.2 Πλεονεκτήματα ανάλυσης κραδασμών [11]

Είδος βλάβης	Κραδασμοί	Θερμοκρασία	Λάδι
Αζυγοσταθμία	✓✓✓	-	-
Κακή ευθυγράμμιση αξόνων	✓✓✓	✓	-
Φθορά τριβέων κύλισης	✓✓✓	✓✓	✓
Φθορά κιβωτίου ταχυτήτων	✓✓✓	✓	✓✓
Προβλήματα μάντα κίνησης	✓✓	-	-
Προβλήματα κινητήρα	✓✓	✓	-
Μηχανικές απώλειες	✓✓✓	✓	✓
Συντονισμός	✓✓✓	-	-

Για την πραγματοποίηση της επιλογής σημείων μέτρησης για την ανάλυση κραδασμών, θα πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

- Να είναι επίπεδα, καθαρά και απαλλαγμένα από γράσσα,
- θα πρέπει να αποφεύγονται σκουριασμένες επιφάνειες,
- δεν πρέπει να κινούνται κατά την μέτρηση το αισθητήριο και τα καλώδια και
- θα πρέπει να υπάρχει τέλεια επαφή μεταξύ αισθητηρίου και επιφάνειας της εργαλειομηχανής. [11]



Εικόνα 2.2 Πλεονεκτήματα ανάλυσης κραδασμών [11]

2.5 Η σωστή συντήρηση των εργαλειομηχανών

Για να έχουμε μια αξιόπιστη εργαλειομηχανή που θα ελαχιστοποιούνται οι βλάβες όσο γίνεται θα πρέπει να τηρούνται γενικά τα παρακάτω.

- Αλλαγή λαδιού λιπάνσεως του συστήματος.
- Έλεγχος λαδιού λιπάνσεως
- Έλεγχος ή αντικατάσταση του ιμάντα κίνησης του ηλεκτροκινητήρα.
- Αλλαγή φίλτρου του ψυκτικού υγρού.
- Καθαρισμός δεξαμενής ψυκτικού υγρού.
- Αλλαγή φθαρμένων εξαρτημάτων.
- Καθαριότητα στα κινούμενα μέρη όπως π.χ. οι πρισματοδηγοί

2.6 Πρόγραμμα συντήρησης εργαλειομηχανών

Όλοι οι μηχανισμοί μίας εργαλειομηχανής ρυθμίζονται και ελέγχονται από τον κατασκευαστή. Μετά από μια μακρά λειτουργία ή επισκευή αυτών των μηχανισμών θα πρέπει να επαναρυθμίζονται και να ελέγχονται. Γι αυτό το λόγο, καλό θα είναι να υπάρχει ένα πρόγραμμα συντήρησης. Το πρόγραμμα αυτό, αναφέρεται σε εργασίες προληπτικής συντήρησης για την πρόληψη της πρόωρης φθοράς και όσο το δυνατόν της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των εργαλειομηχανών.

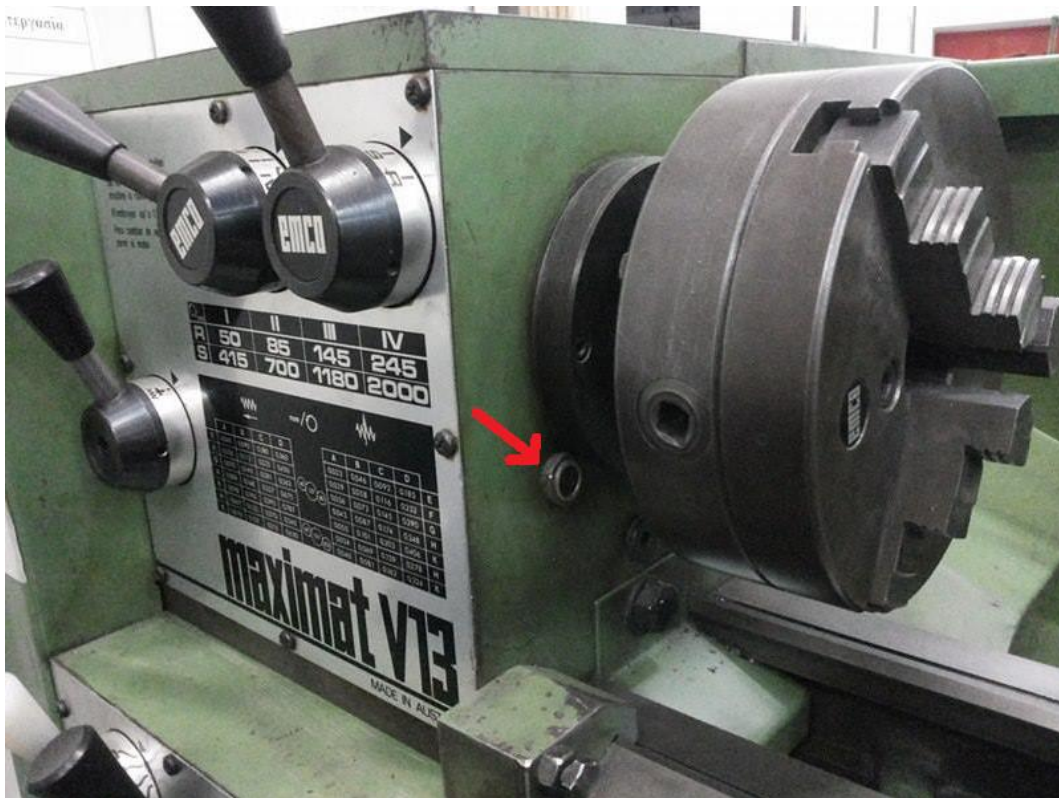
2.6.1 Πρόγραμμα συντήρησης τόνων

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα συντήρησης ενός τόνου θα έπρεπε να είναι όπως παρακάτω:

1. Ημερήσιος έλεγχος και συντήρηση
 - Φθαρμένα ή κατεστραμμένα καλώδια. Τα καλώδια τα οποία είναι φθαρμένα ή κατεστραμμένα είναι επικίνδυνα διότι εάν έρθουν σε επαφή με κάποιο υγρό όπως π.χ. με λάδι θα δημιουργήσουν βραχυκύκλωμα.
 - Έλεγχος στάθμης του ψυκτικού υγρού.
 - Καθαρισμός στα κινούμενα μέρη. Τα κινούμενα μέρη που χρειάζονται καθαρισμό πριν και μετά τη χρήση του μηχανήματος για σημαντική μείωση

του ρυθμού φθοράς τους είναι το εγκάρσιο φορείο, το φορείο του εργαλειοδέτη και οι πρισματοδηγοί.

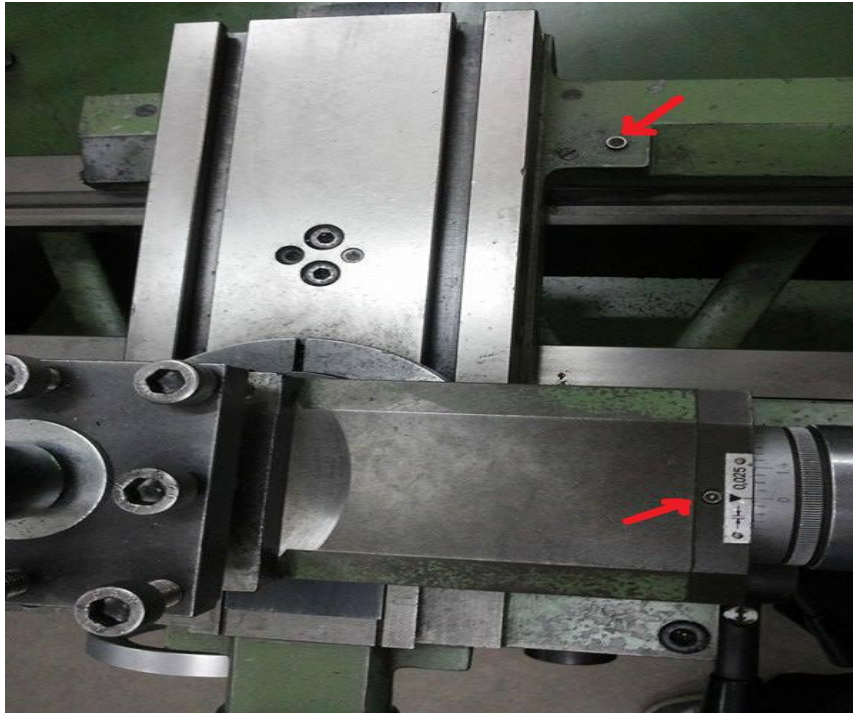
- Ελέγχος στάθμης του λιπαντικού. Ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται σε κάθε σημείο του τόρνου που υπάρχει γυαλί θέασης της στάθμης του λιπαντικού. Εάν η στάθμη μειωθεί απότομα από μέρα σε μέρα, τότε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος διαρροής και στη συνέχεια να συμπληρωθεί με λάδι που ορίζει ο κατασκευαστής. Τα μέρη αυτά βρίσκονται στο κιβώτιο ταχυτήτων, προώσεων και μετάδοσης κίνησης.



Εικόνα 2.3 Γυαλί θέασης λιπαντικού στο κιβώτιο ταχυτήτων σε τόρνο.

- Χαλάρωμα των κοχλιών στερέωσης. Οι κοχλίες που χρειάζονται χαλάρωση βρίσκονται στον εργαλειοδέτη.
- Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης.
- Λίπανση λιπαντήρων / γρασσαδόρων. Αφού καθαριστεί η επιφάνεια, λιπαίνεται το σημείο όπου βρίσκεται ο λιπαντήρας πριν και μετά τη χρήση. Το λιπαντικό δε θα πρέπει να είναι γράσσο διότι τότε θα αποθηκεύει βρωμιές-ακαθαρσίες (π.χ. στους πρισματοδηγούς). Μια καλή επιλογή είναι το λιπαντικό που χρησιμοποιείται π.χ. για το κιβώτιο ταχυτήτων. Αν το

περιβάλλον εργασίας έχει πολύ υγρασία ή είναι πολύ βρώμικο θα πρέπει να αυξηθεί το διάστημα λίπανσης.



Εικόνα 2.4 Λιπαντήρες στον κύριο φορέα και στο φορείο του εργαλειοδέτη σε τόρνο.

2. Μηνιαίος έλεγχος και συντήρηση

- Έλεγχος μάντα. Ο κατασκευαστής ορίζει πόσο τεντωμένοι θα πρέπει να είναι οι μάντες κίνησης. Μετά την λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα θα πρέπει να ελέγχεται το τέντωμα των μάντων και να ρυθμίζεται, εάν απαιτείται. Επίσης, ρύθμιση απαιτείται και μετά την αντικατάσταση.
- Αλλαγή του ψυκτικού υγρού. Θα πρέπει μηνιαία να γίνεται αντικατάσταση του ψυκτικού υγρού και καθαρισμός της λεκάνης που αποθηκεύεται αντίστοιχα το ψυκτικό υγρό έτσι, ώστε να αποτραπεί ο κίνδυνος αναρρόφησης σκουπιδιών στην αντλία με αποτέλεσμα να την φθείρει.
- Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού. Αφαίρεση της αντλίας από τη δεξαμενή για καθαρισμό.

3. Ετήσιος έλεγχος και συντήρηση

- Αλλαγή λιπαντικού. Αλλαγή χρειάζεται στο κιβώτιο ταχυτήτων, προώσεων και μετάδοσης κίνησης αλλά εάν η χρήση είναι πιο συχνή τότε απαιτείται να αλλάζεται νωρίτερα.
- Έλεγχος μάντα για αντικατάσταση. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, από τη στιγμή που θα αντικατασταθεί ο μάντας κίνησης θα πρέπει να ρυθμίζεται.
- Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία. Μπορεί να γίνει έλεγχος για τυχόν φθορά στον άξονα για παράδειγμα στο φορείο του εργαλειοδέτη που φαίνεται στην εικόνα 2.4 με τη βοήθεια ενός μετρητικού ρολογιού.

Πίνακας 2.3 Πρόγραμμα συντήρησης σε τόνους.

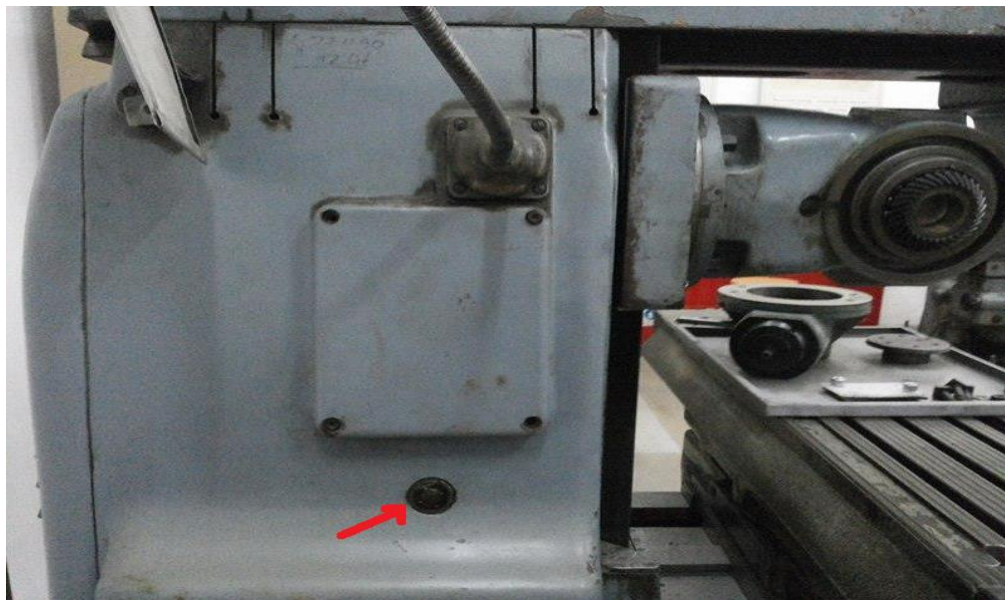
Διαδικασία	Έλεγχος		
	Ημερήσιος	Μηνιαίος	Ετήσιος
Φθαρμένα / κατεστραμμένα καλώδια	✓		
Έλεγχος στάθμης ψυκτικού υγρού	✓		
Καθαρισμός στα κινούμενα μέρη	✓		
Έλεγχος στάθμης λιπαντικού	✓		
Χαλάρωμα των κοχλιών στερέωσης	✓		
Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης	✓		
Λίπανση λιπαντήρων / γρασσαδόρων	✓		
Έλεγχος μάντα		✓	
Αλλαγή ψυκτικού υγρού		✓	
Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού		✓	
Αλλαγή λιπαντικού			✓
Έλεγχος μάντα για αντικατάσταση			✓
Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία			✓

2.6.2 Πρόγραμμα συντήρησης φρεζομηχανών

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα συντήρησης μιας φρεζομηχανής θα έπρεπε να είναι όπως παρακάτω:

1. Ημερήσιος έλεγχος και συντήρηση
 - Φθαρμένα ή κατεστραμμένα καλώδια. Τα καλώδια τα οποία είναι φθαρμένα ή κατεστραμμένα είναι επικίνδυνα διότι εάν έρθουν σε επαφή με κάποιο υγρό όπως π.χ. με λάδι θα δημιουργήσουν βραχυκύκλωμα.

- Έλεγχος στάθμης του ψυκτικού υγρού.
- Επιθεώρηση και καθαρισμός των κινούμενων μερών. Τα σημεία, στα οποία υπάρχουν κινούμενα μέρη θα πρέπει να είναι καθαρά από γρέζια και οτιδήποτε άλλο υπάρχει και θα πρέπει να λιπαίνονται με λεπτόρευστο λάδι.
- Έλεγχος σύσφιξης περικοχλιών και κοχλιών.
- Έλεγχος στάθμης του λιπαντικού. Ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται σε κάθε σημείο της φρεζομηχανής που υπάρχει γυαλί θέασης της στάθμης του λιπαντικού. Εάν η στάθμη μειωθεί απότομα από μέρα σε μέρα, τότε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος διαρροής και στη συνέχεια να συμπληρωθεί με λάδι που ορίζει ο κατασκευαστής. Τα μέρη αυτά βρίσκονται στο κιβώτιο ταχυτήτων, προώσεων και μετάδοσης κίνησης.



Εικόνα 2.5 Γυαλί θέασης λιπαντικού στο κιβώτιο ταχυτήτων σε φρεζομηχανή.

- Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης.
2. Μηνιαίος έλεγχος και συντήρηση
- Έλεγχος μάντα. Ο κατασκευαστής ορίζει πόσο τεντωμένοι θα πρέπει να είναι οι μάντες. Μετά την λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα θα πρέπει να ελέγχεται το τέντωμα των μάντων και να ρυθμίζεται, εάν απαιτείται. Επίσης, ρύθμιση απαιτείται και μετά την αντικατάσταση.

- Αλλαγή του ψυκτικού υγρού. Θα πρέπει μηνιαία να γίνεται αντικατάσταση του ψυκτικού υγρού και καθαρισμός της λεκάνης που αποθηκεύεται αντίστοιχα το ψυκτικό υγρό έτσι, ώστε να αποτραπεί ο κίνδυνος αναρρόφησης σκουπιδιών στην αντλία με αποτέλεσμα να την φθείρει.
- Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού. Αφαίρεση της αντλίας από τη δεξαμενή για καθαρισμό.

3. Ετήσιος έλεγχος και συντήρηση

- Αλλαγή λιπαντικού. Αλλαγή χρειάζεται στο κιβώτιο ταχυτήτων, προώσεων και μετάδοσης κίνησης αλλά εάν η χρήση είναι πιο συχνή τότε απαιτείται να αλλάζεται νωρίτερα.
- Έλεγχος μίαντα για αντικατάσταση. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, από τη στιγμή που θα αντικατασταθεί ο μίαντας κίνησης θα πρέπει να ρυθμίζεται.
- Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία. Μπορεί να γίνει έλεγχος για τυχόν φθορά σε κάποιο φορείο της φρεζομηχανής με παρόμοιο τρόπο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για τους τόνους.

Πίνακας 2.4 Πρόγραμμα συντήρησης σε φρεζομηχανές.

Διαδικασία	Έλεγχος		
	Ημερήσιος	Μηνιαίος	Ετήσιος
Φθαρμένα / κατεστραμμένα καλώδια	✓		
Επιθεώρηση και καθαρισμός των κινούμενων μερών	✓		
Έλεγχος στάθμης του ψυκτικού υγρού	✓		
Έλεγχος στάθμης λιπαντικού	✓		
Έλεγχος σύσφιξης περικοχλιών και κοχλιών	✓		
Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης	✓		
Έλεγχος μίαντα		✓	
Αλλαγή του ψυκτικού υγρού		✓	
Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού		✓	
Αλλαγή λιπαντικού			✓
Έλεγχος μίαντα για αντικατάσταση			✓
Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία			✓

Κεφάλαιο 3

Βλάβες εργαλειομηχανών

Οι βλάβες συνήθως προέρχονται είτε από κακή μεταχείριση της εργαλειομηχανής είτε από παράλειψη συντήρησης. Παρακάτω αναφέρονται και περιγράφονται αναλυτικά οι βλάβες που προκύπτουν και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται άμεσα με την συντήρηση. Αυτές οι βλάβες αφορούν κατά κύριο λόγο τους τόνους και τις φρεζομηχανές.

3.1 Συνήθεις βλάβες τόνων

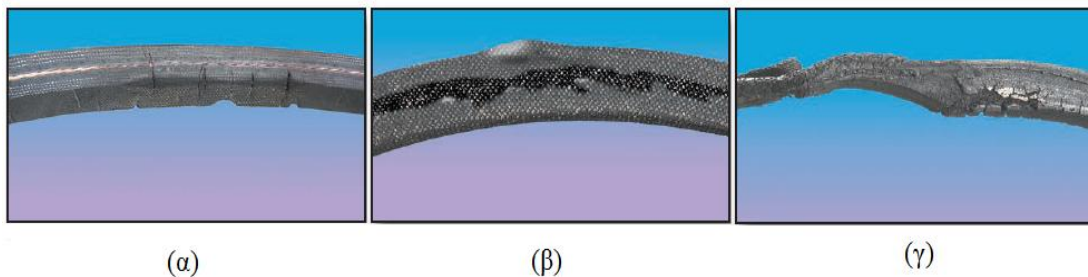
Οι συνήθεις βλάβες που υπάρχουν πιθανότητες να προκύψουν σε έναν τόνο είναι οι εξής:

1. Φθορά στα γρανάζια του κιβωτίου ταχυτήτων. Από κακή εμπλοκή ταχυτήτων υπάρχει ο κίνδυνος να καταστραφεί κάποιος οδόντας από τα γρανάζια. Αυτό συμβαίνει όταν δεν είναι ο μοχλός τελειώς γυρισμένος στη θέση απεμπλοκής (αποσύμπλεξη), και άρα υπάρχει κίνηση στα γρανάζια, οπότε εκείνη τη στιγμή που αλλάζει ο χειριστής του τόνου την ταχύτητα με την οποία θα κινείται η άτρακτος, συγκρούονται μεταξύ τους οι οδόντες. Ένας άλλος λόγος φθοράς είναι η καταπόνηση σε κόπωση. Αυτό συμβαίνει λόγω της επαναλαμβανόμενης φόρτισης και το αποτέλεσμα είναι η απομάκρυνση επιφανειακών στρωμάτων του υλικού. Τέλος, μπορεί να προκύψει βλάβη από έλλειψη ή λάθος επιλογή λιπαντικού πέρα από αυτό που ορίζει ο κατασκευαστής.



Εικόνα 3.1 Φθορά γραναζιών στο κιβώτιο ταχυτήτων.

2. Φθορά στον κοχλία του εγκάρσιου φορείου, καθώς και του φορείου του εργαλειοδέτη. Κατά την κατεργασία, ο κοχλίας καταπονείται σε κόπωση δηλαδή μεταβαλλόμενα φορτία, που οφείλεται στη μεγάλη δύναμη κοπής που υπάρχει κατά την κατεργασία, το οποίο συμβαίνει, όταν έχουμε μεγάλο βάθος κοπής και γρήγορη πρόωση.
3. Φθορά στην κύρια άτρακτο. Πιθανή αιτία φθοράς στην κύρια άτρακτο είναι η έλλειψη λίπανσης στα σημεία έδρασης τα οποία είναι έδρανα ολίσθησης ή κυλίσεως με ρουλεμάν.
4. Καταστροφή των ηλεκτρικών διακοπών και των μοχλών, καθώς και των ηλεκτρικών επαφών. Οι ηλεκτρικοί διακόπες και οι μοχλοί από την υπερβολική χρήση καταστρέφονται με αποτέλεσμα κατά κύριο λόγο να χρειάζονται αντικατάσταση. Οι ηλεκτρικές επαφές μπορεί να έρθουν σε επαφή με κάποιο υγρό, συνήθως με λάδι και να κάνει βραχυκύκλωμα.
5. Φθορά στον άξονα των προώσεων και τον κοχλία των σπειρωμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση όπως και στο νούμερο 2, υπάρχουν μεταβαλλόμενα φορτία τα οποία προκαλούν αυτές τις βλάβες.
6. Φθορά των ιμάντων κίνησης των ηλεκτροκινητήρων. Ο ιμάντας κίνησης του ηλεκτροκινητήρα συνήθως χρειάζεται αντικατάσταση μετά από κάποιες ώρες λειτουργίας της εργαλειομηχανής που τις ορίζει ο κατασκευαστής. Σε περίπτωση που δεν εκτελείται η ομαλή λειτουργία κατά την κατεργασία είναι πιθανόν να υποστεί πρόωρη φθορά και να χρειάζεται νωρίτερα αλλαγή και αυτό μπορεί να φανεί από οπτικούς ελέγχους, κάνοντας προληπτική συντήρηση όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αιτίες πρόωρης φθοράς είναι η υψηλή θερμοκρασία που μπορεί να αναπτυχθεί (εικόνα 3.2 (α)), η υπερβολική έκθεση σε λάδι ή γράσσο (εικόνα 3.2 (β)) και η χαλάρωση του ιμάντα (εικόνα 3.2 (γ)).



Εικόνα 3.2 Φθαρμένοι ιμάντες κίνησης. α) ραγισμένοι από την κάτω πλευρά, β) εξογκωμένοι από την έκθεση σε λάδι ή γράσσο, γ) παραμορφωμένος από την ολίσθηση.

7. Φθορά των πρισματοδηγών. Οι πρισματοδηγοί θα πρέπει πάντα να είναι καθαροί (από γρέζια και οτιδήποτε άλλο), το οποίο μπορεί να γίνει είτε με πεπιεσμένο αέρα είτε με πινέλο (κατά προτίμηση). Ακόμα δεν πρέπει να τοποθετούνται αντικείμενα επάνω τους ή να πληγώνονται από χτυπήματα. Επίσης, θα πρέπει να λιπαίνονται συχνά ακολουθώντας τις οδηγίες του διαγράμματος λίπανσης ενός τórνου. Εάν δεν υπάρξει πρόληψη γι' αυτήν την βλάβη το αποτέλεσμα είναι η απόσυρση αυτής της εργαλειομηχανής, αφού το κόστος επισκευής θα είναι υψηλότατο.



Εικόνα 3.3 Φθορά πρισματοδηγών σε τórνο.

8. Αλλοίωση των σπειρωμάτων στους εργαλειοδέτες. Με τον καιρό από την πρόσδεση των κοπτικών εργαλείων τα σπειρώματα αρχίζουν και αλλοιώνονται, πράγμα που σημαίνει ότι η μελλοντική πρόσδεση θα δυσκολεύει όλο και περισσότερο. Με την καθαριότητα τοπικά στο σπείρωμα είτε με πεπιεσμένο αέρα είτε με πινέλο για απομάκρυνση των αποβλήτων παράλληλα με την περιστασιακή λίπανσή τους θα μπορούσε να αυξηθεί ο χρόνος ζωής.
9. Φθορά στην αντλία ψυκτικού υγρού. Εάν η δεξαμενή του ψυκτικού υγρού δεν καθαρίζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που μολύνουν το ψυκτικό υγρό και υπάρχει η πιθανότητα διάβρωσης τμημάτων της αντλίας. Επιπλέον, υπάρχει κίνδυνος να εισχωρήσει κάποιο απόβλιτο (γρέζι) από το φίλτρο να κατευθυνθεί στην πτερωτή και να την φθείρει.
10. Φθορά στους τριβείς κύλισης. Η έλλειψη λίπανσης μειώνει κατά πολύ το χρόνο ζωής των τριβέων κύλισης, καθώς και η λάθος επιλογή λιπαντικού πέρα

από αυτή, που ορίζει ο κατασκευαστής του κάθε τόννου. Μία ακόμη αιτία φθοράς είναι η κόπωση λόγω επανάληψης κύκλων φόρτισης-αποφόρτισης με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών και στη συνέχεια την απόσπαση σχετικά μεγάλων θραυσμάτων και τη δημιουργία κοιλοτήτων στην επιφάνεια. Ακόμα και στην περίπτωση που οι δυο τριβόμενες επιφάνειες διαχωρίζονται από ένα στρώμα λιπαντικού υγρού οι τάσεις που μεταφέρονται στις επιφάνειες από το λιπαντικό μπορούν, αν είναι επαρκώς μεγάλες, να προξενήσουν φθορά λόγω κόπωσης.



Εικόνα 3.4 Φθαρμένοι τριβείς κύλισης στις επιφάνειες επαφής [10]

11. Μετατόπιση κέντρων μεταξύ κεντροφορέα-κύριας ατράκτου. Αυτό συμβαίνει από την φθορά που υπάρχει στην επιφάνεια επαφής, δηλαδή του κεντροφορέα και των πρισματοδηγών. Μία καλή λύση για την αποφυγή της φθοράς αυτής είναι η συχνή λίπανση των σημείων αυτών και η καθαριότητα.

Πίνακας 3.1 Αντιστοιχίσεις βλαβών-συντήρησης ενός τόννου.

A/A	Προληπτική συντήρηση	Συντήρηση ως τη βλάβη	Προβλεπτική συντήρηση
1	Ιμάντας κίνησης	Ηλεκτρικοί διακόπτες / μοχλοί / ηλεκτρικές επαφές	Γρανάζια στο κιβώτιο ταχυτήτων
2	Πρισματοδηγοί	Σπειρώματα εργαλειοδετών	Τριβείς κύλισης
3	Σπειρώματα εργαλειοδετών		Ιμάντας κίνησης
4	Αντλία ψυκτικού υγρού		
5	Τριβείς κύλισης		
6	Αλλαγή λαδιού λιπάνσεως		
7	Αλλαγή φίλτρου του ψυκτικού υγρού		
8	Άξονες φορείων / σπειρωμάτων		
9	Άξονας προώσεων		
10	Γρανάζια στο κιβώτιο ταχυτήτων		
11	Μετατόπιση κέντρων μεταξύ κεντροφορέα - κύριας ατράκτου		

3.2 Συνήθεις βλάβες φρεζομηχανών

Οι συνήθεις βλάβες που υπάρχουν πιθανότητες να προκύψουν σε μια φρεζομηχανή είναι οι εξής:

1. Φθορά στα γρανάζια του κιβωτίου ταχυτήτων. Από κακή εμπλοκή ταχυτήτων υπάρχει ο κίνδυνος να καταστραφεί κάποιος οδόντας από τα γρανάζια. Αυτό συμβαίνει όταν δεν είναι ο μοχλός τελείως γυρισμένος στη θέση απεμπλοκής (αποσύμπλεξη), και άρα υπάρχει κίνηση στα γρανάζια, οπότε εκείνη τη στιγμή που αλλάζει ο χειριστής της φρέζας την ταχύτητα με την οποία θα κινείται η άτρακτος, συγκρούονται μεταξύ τους οι οδόντες. Ένας άλλος λόγος φθοράς είναι η καταπόνηση σε κόπωση. Αυτό συμβαίνει λόγω της επαναλαμβανόμενης φόρτισης και το αποτέλεσμα είναι η απομάκρυνση επιφανειακών στρωμάτων του υλικού. Τέλος, μπορεί να προκύψει βλάβη από έλλειψη ή λάθος επιλογή λιπαντικού πέρα από αυτό που ορίζει ο κατασκευαστής.
2. Φθορά στην κύρια άτρακτο. Πιθανή αιτία φθοράς στην κύρια άτρακτο είναι η έλλειψη λίπανσης στα σημεία έδρασης τα οποία είναι ένσφαιρα έδρανα (ρουλεμάν) ή αξονικά για τις οριζόντιες δυνάμεις που προέρχονται από την κοπή.
3. Καταστροφή των ηλεκτρικών διακοπών και των μοχλών, καθώς και των ηλεκτρικών επαφών. Οι ηλεκτρικοί διακόπες και τα χερούλια από την υπερβολική χρήση καταστρέφονται με αποτέλεσμα κατά κύριο λόγο να χρειάζονται αντικατάσταση. Οι ηλεκτρικές επαφές μπορεί να έρθουν σε επαφή με κάποιο υγρό, συνήθως με λάδι και να κάνει βραχυκύκλωμα.
4. Φθορά των ιμάντων κίνησης των ηλεκτροκινητήρων. Ο ιμάντας κίνησης του ηλεκτροκινητήρα συνήθως χρειάζεται αντικατάσταση μετά από κάποιες ώρες λειτουργίας της εργαλειομηχανής που τις ορίζει ο κατασκευαστής.
5. Φθορά των πρισματοδηγών. Οι πρισματοδηγοί θα πρέπει πάντα να είναι καθαροί (από γρέζια και οτιδήποτε άλλο). Ακόμα δεν πρέπει να πληγώνονται από χτυπήματα. Επίσης, θα πρέπει να λιπαίνονται συχνά ακολουθώντας τις οδηγίες του διαγράμματος λίπανσης μιας φρεζομηχανής.
6. Φθορά στην αντλία ψυκτικού υγρού. Εάν η δεξαμενή του ψυκτικού υγρού δεν καθαρίζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που μολύνουν το ψυκτικό υγρό και υπάρχει η πιθανότητα διάβρωσης

τμημάτων της αντλίας. Επιπλέον, υπάρχει κίνδυνος να εισχωρήσει κάποιο απόβλιτο (γρέζι) από το φίλτρο να κατευθυνθεί στην περωτή και να την φθείρει.

7. Φθορά στους τριβείς κύλισης. Η έλλειψη λίπανσης μειώνει κατά πολύ το χρόνο ζωής των τριβών κύλισης, καθώς και η λάθος επιλογή λιπαντικού πέρα από αυτή, που ορίζει ο κατασκευαστής της κάθε φρέζας. Μία ακόμη αιτία φθοράς είναι η κόπωση λόγω επανάληψης κύκλων φόρτισης-αποφόρτισης με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών και στη συνέχεια την απόσπαση σχετικά μεγάλων θραυσμάτων και τη δημιουργία κοιλοτήτων στην επιφάνεια. Ακόμα και στην περίπτωση που οι δυο τριβόμενες επιφάνειες διαχωρίζονται από ένα στρώμα λιπαντικού υγρού οι τάσεις που μεταφέρονται στις επιφάνειες από το λιπαντικό μπορούν, αν είναι επαρκώς μεγάλες, να προξενήσουν φθορά λόγω κόπωσης.
8. Φθορά στους άξονες (ατέρμονοι κοχλίες) φορείων. Κατά την κατεργασία ο κοχλίας καταπονείται σε κόπωση, δηλαδή μεταβαλλόμενα φορτία που οφείλεται στη μεγάλη δύναμη κοπής και αυτό συμβαίνει, όταν έχουμε μεγάλο βάθος κοπής και γρήγορη πρόωση.

Πίνακας 3.2 Αντιστοιχίσεις βλαβών-συντήρησης μιας φρεζομηχανής.

A/A	Προληπτική συντήρηση	Συντήρηση ως τη βλάβη	Προβλεπτική συντήρηση
1	Ιμάντας κίνησης	Ηλεκτρικοί διακόπτες / μοχλοί / ηλεκτρικές επαφές	Γρανάζια στο κιβώτιο ταχυτήτων
2	Πρισματοδηγοί		Τριβείς κύλισης
3	Αντλία ψυκτικού υγρού		Ιμάντας κίνησης
4	Τριβείς κύλισης		
5	Αλλαγή λαδιού λιπάνσεως		
6	Αλλαγή φίλτρου του ψυκτικού υγρού		
7	Γρανάζια στο κιβώτιο ταχυτήτων		
8	Άξονες φορείων		

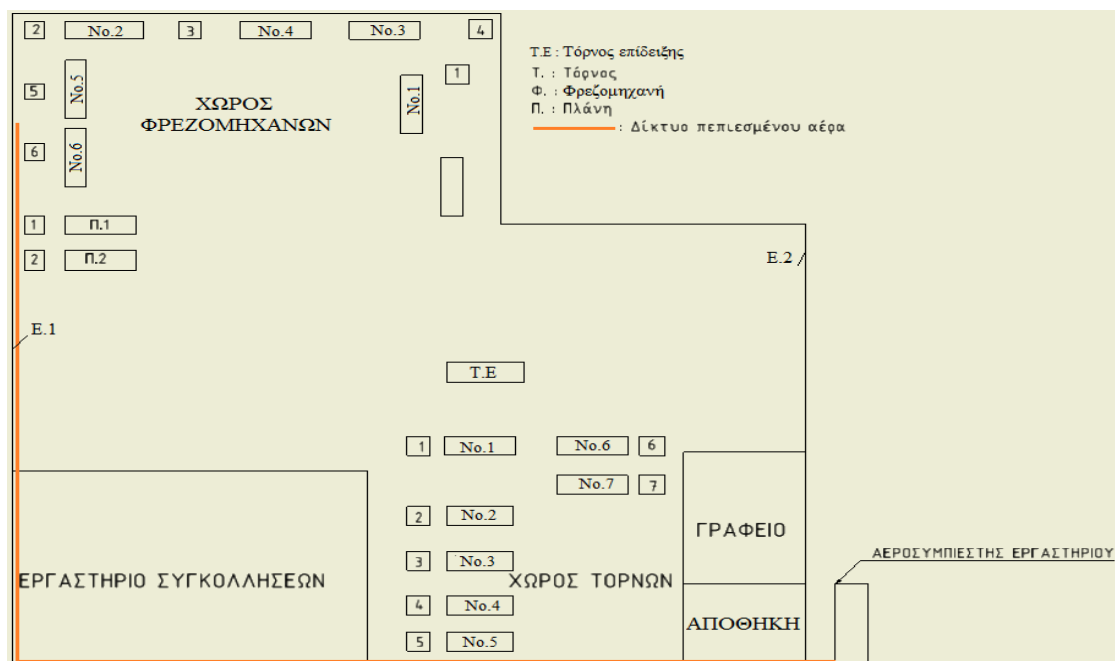
Κεφάλαιο 4

Εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού του μηχανουργείου

Οι εργασίες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο μηχανολογικό εργαστήριο II, αφορούσαν τον εξοπλισμό του δηλαδή το τμήμα τόνρων, το τμήμα φρεζομηχανών καθώς και το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα.

Πίνακας 4.1 Εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού του μηχανουργείου.

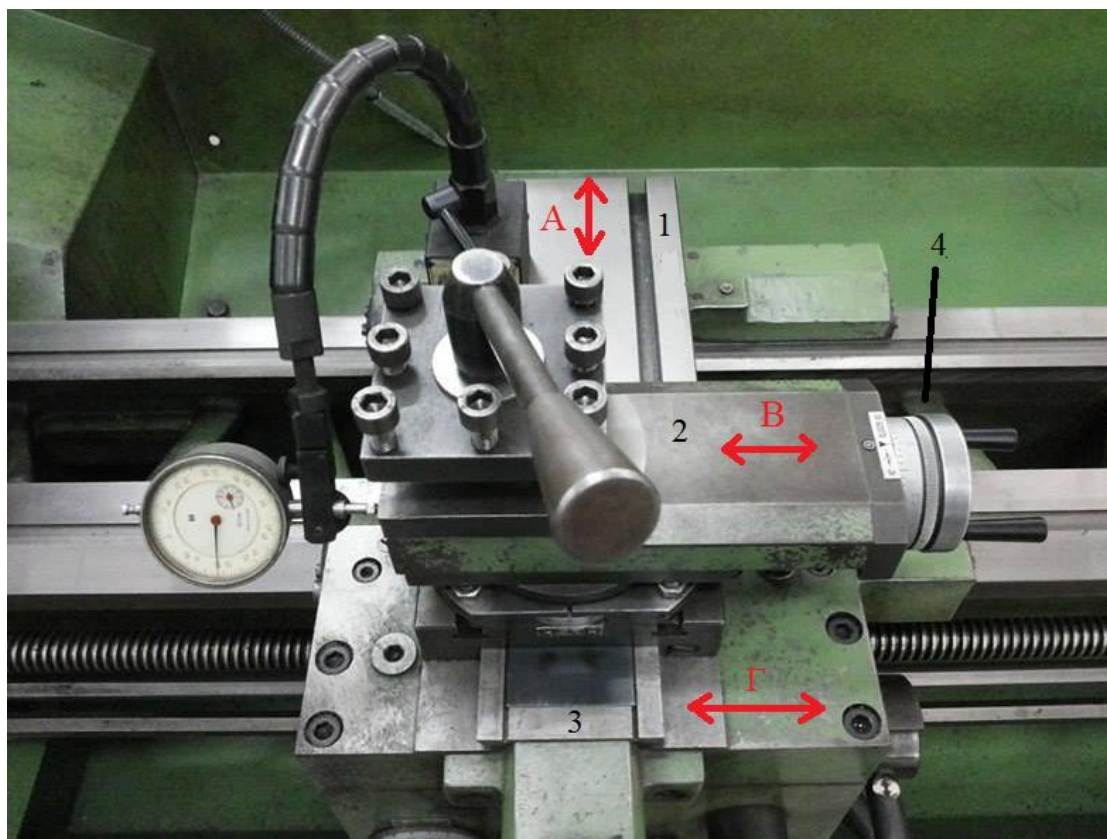
A/A	Τμήμα	Εργασίες
1	Τόρνοι και φρεζομηχανές	Έλεγχος φθοράς των ατέρμωνων κοχλιών στα φορεία
2	Τόρνοι και φρεζομηχανές	Έλεγχος στροφών των ατράκτων
3	Τόρνοι	Επιπέδωση όλων των μανελών των τόνρων
4	Τόρνοι	Επισκευή των κοχλιών στερέωσης στον εργαλειοδέτη
5	Τόρνοι	Στερέωση / επισκευή μοχλών στους τόνρους
6	Τόρνοι	Στερέωση ηλεκτρικού διακόπτη στον τórνο No.1
7	Φρεζομηχανές	Αποκατάσταση βλάβης στον επιλογέα κίνησης τράπεζας στη φρεζομηχανή No.4
8	Τόρνοι	Αποκατάσταση συστήματος φωτισμού και ψύξης στον τórνο No.1
9	Τόρνοι	Καθαρισμός / τακτοποίηση όλων των φοριαμών εργαλείων των τόνρων
10	Δίκτυο πεπιεσμένου αέρα	Συντήρηση / καθαρισμός αεροσυμπιεστή του εργαστηρίου εργαλειομηχανών
11	Δίκτυο πεπιεσμένου αέρα	Αποκατάσταση διαρροής στο δίκτυο πεπιεσμένου αέρα
12	Φρεζομηχανές	Στερέωση κάθετης κεφαλής στις φρεζομηχανές



Εικόνα 4.1 Κάτοψη μηχανολογικού εργαστηρίου II.

4.1 Έλεγχος φθοράς των ατέρμωνων κοχλιών στα φορεία

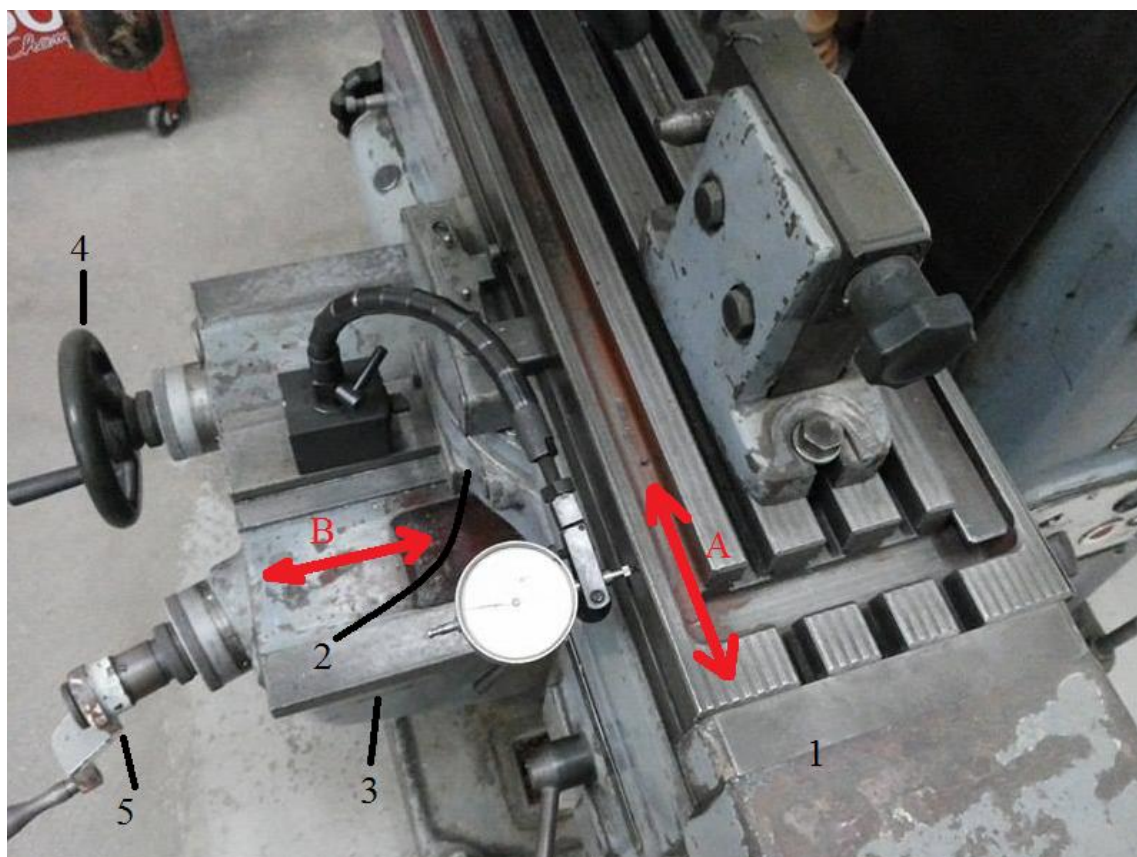
Ο έλεγχος φθοράς στους άξονες των φορείων ήταν απαραίτητος για την εξακρίβωση της ορθότητας της κατεργασίας ενός τεμαχίου. Όσον αφορά τους τόνους, πραγματοποιήθηκε έλεγχος φθοράς στο εγκάρσιο φορείο, στον κύριο φορέα (για κατά μήκος κίνηση) καθώς και στο φορείο του εργαλειοδέτη. Πιο συγκεκριμένα, για το φορείο του εργαλειοδέτη μετατοπίζοντάς το κατά 1 mm χρησιμοποιώντας το χειροστρόφαλο διαπιστώθηκε, με τη βοήθεια του μετρητικού ρολογιού, το οποίο περιστράφηκε και αυτό κατά 1 mm, ότι δεν παρουσιάζει φθορά στον ατέρμονα κοχλία. Επίσης, με παρόμοιο τρόπο ελέγχθηκε το εγκάρσιο φορείο και ο κύριος φορέας.



Εικόνα 4.2 Μετρητικό ρολόι για τον έλεγχο των φθορών στους άξονες σε τέρνο. 1) Εγκάρσιο φορείο. 2) Φορείο εργαλειοδέτη. 3) Κύριο φορείο για κατά μήκος κίνηση. 4) Χειροστρόφαλο εργαλειοφορείου για κατά μήκος κίνηση.

Στη συνέχεια για τις φρεζομηχανές ακολούθησε παρόμοια διαδικασία. Αρχικά, με το φορείο εγκάρσιας κίνησης, μετατοπίζοντας το κατά 1 mm από το χειροτροχό στο σημείο 4 της εικόνας 4.3 και με τη βοήθεια πάλι του μετρητικού ρολογιού, το οποίο περιστράφηκε και αυτό κατά 1 mm διαπιστώθηκε ότι δεν παρουσιάζει κάποια φθορά

στον ατέρμονα κοχλία. Με τον ίδιο τρόπο ελέγχθηκαν ο πρόβολος (εικόνα 4.3) όπου η κίνηση που εκτελεί είναι κατακόρυφη (ανοδική ή καθοδική) με τη βοήθεια του μοχλού ανυψώσεως και το φορείο για κατά μήκος κίνηση.



Εικόνα 4.3 Μετρητικό ρολόι για τον έλεγχο των φθορών στους άξονες σε φρεζομηχανή. 1) Φορείο για κατά μήκος κίνηση. 2) Φορείο εγκάρσιας κίνησης. 3) φορείο κατακόρυφης κίνησης (πρόβολος). 4) Χειροτροχός εγκάρσιας κίνησης. 5) Μοχλός ανυψώσεως.

4.2 Έλεγχος στροφών των ατράκτων

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος των στροφών σε κάθε τόρνο και φρεζομηχανή ξεχωριστά. Αλλάζοντας τους μοχλούς των ταχυτήτων κάθε φορά σε όλες τις διαθέσιμες στροφές της κάθε εργαλειομηχανής και με τη βοήθεια ενός στροφόμετρου πάρθηκαν μετρήσεις που επαλήθευαν ότι πράγματι οι στροφές στις εργαλειομηχανές με αυτές των ενδείξεων στο στροφόμετρο ήταν ίδιες.



Εικόνα 4.4 Στροφόμετρο για τον έλεγχο στροφών των ατράκτων

4.3 Επιπέδωση όλων των μανελών των τόνων

Όλες οι μανέλες χρειάστηκαν επιπέδωση, καθώς από την πολυετή χρήση (σύσφιξη των κοχλιών του εργαλειοδέτη πάνω στη μανέλα) είχαν δημιουργηθεί ανωμαλίες στην επιφάνεια (πλαστική παραμόρφωση), με αποτέλεσμα την ανεπαρκή στερέωση ή και την δυσκολία ρύθμισης του ενδεδειγμένου ύψους των μανελών προ της κατεργασίας.



Εικόνα 4.5 Ορισμένες μανέλες τόνων πριν από την επιπέδωση.

Βήμα 1^ο: Στερέωση των μανελών σε μαγνητική πλάκα λειαντικής εργαλειομηχανής (ρεκτιφιέ) (εικόνα 4.7).

Βήμα 2^ο: Εύρεση ενός σημείου αναφοράς, έτσι ώστε να μπορέσει να ξεκινήσει η κατεργασία της επιφάνειας μέχρι να καθαρίσει από τις ανωμαλίες που είχαν προκύψει.



Εικόνα 4.6 Ορισμένες μανέλες τόνων μετά από την επιπέδωση.



Εικόνα 4.7 Λειαντική μηχανή πρισματικών επιφανειών για την επιπέδωση των μανελών.

4.4 Επισκευή των κοχλιών στερέωσης στον εργαλειοδέτη

Ο καθαρισμός των σπειρωμάτων των κοχλιών χρειάστηκε για την διευκόλυνση της πρόσδεσης των κοπτικών εργαλείων επάνω στον εργαλειοδέτη και ακολούθησε η εξής διαδικασία:

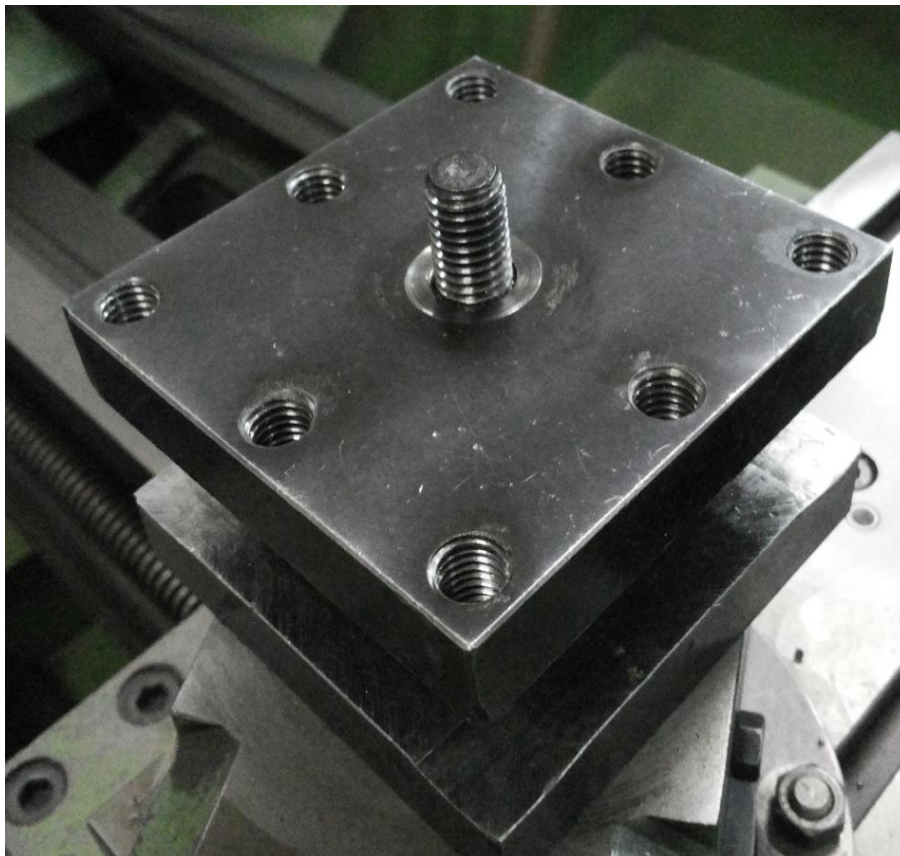
1. Μέτρηση κοχλία με παχύμετρο για εύρεση σπειρώματος, (σπείρωμα κοχλία M10) το οποίο φαίνεται και στην εικόνα 4.8.
2. Μέτρηση κοχλία με σπειρόμετρο για εύρεση βήματος, («ολοκληρωμένο» σπείρωμα κοχλία M10x1.0) το οποίο επίσης φαίνεται στην εικόνα 4.8.
3. Εύρεση κατάλληλου σπειροτόμου M10x1.0 για καθαρίσμα (εξωτερικού σπειρώματος) κοχλία (εικόνα 4.9).
4. Εύρεση κατάλληλου σπειροτόμου M10x1.0 για καθαρίσμα εσωτερικού σπειρώματος στον εργαλειοδέτη.



Εικόνα 4.8 Παχύμετρο και σπειρόμετρο.



Εικόνα 4.9 Σπειροτόμοι M10x1.0 για εξωτερικό και εσωτερικό σπείρωμα.



Εικόνα 4.10 Εργαλειοδέτης τόννου μετά από καθάρισμα σπειρώματος.

4.5 Στερέωση / επισκευή μοχλών στους τόρνους

Αυτά τα οποία χρειάστηκαν αλλαγή ή επισκευή ήταν: από βολάν εργαλειοφορείων και κεντροφορέων, ένας μοχλός που απουσιάζει σε έναν καθώς και άλλο ένα σπασμένο στον τόρνο επίδειξης (τόρνος σε τομή για επίδειξη λειτουργίας στους εκπαιδευόμενους φοιτητές).

4.5.1 Αλλαγή / αντικατάσταση μοχλών από το βολάν εργαλειοφορείων

Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για την αλλαγή και αντικατάσταση των χερουλιών είναι η εξής:

1. Λύσιμο ενός μοχλού ώστε να μετρηθεί το σπείρωμα για αγορά νέων μοχλών.
2. Η διαδικασία της μέτρησης έγινε όπως και στην προηγούμενη εργασία, δηλαδή με παχύμετρο και σπειρόμετρο (σπείρωμα M5x1.0).
3. Επειδή στο εμπόριο δεν υπήρχαν μοχλοί με το ίδιο σπείρωμα (M5x1.0) αλλά υπήρχε M6x1.0 με τον κατάλληλο σπειροτόμο M5x1.0, δημιουργήθηκε το ζητούμενο (εξωτερικό) σπείρωμα.

4.5.2 Αντικατάσταση βοηθητικού μοχλού χειροτροχού από κεντροφορέα

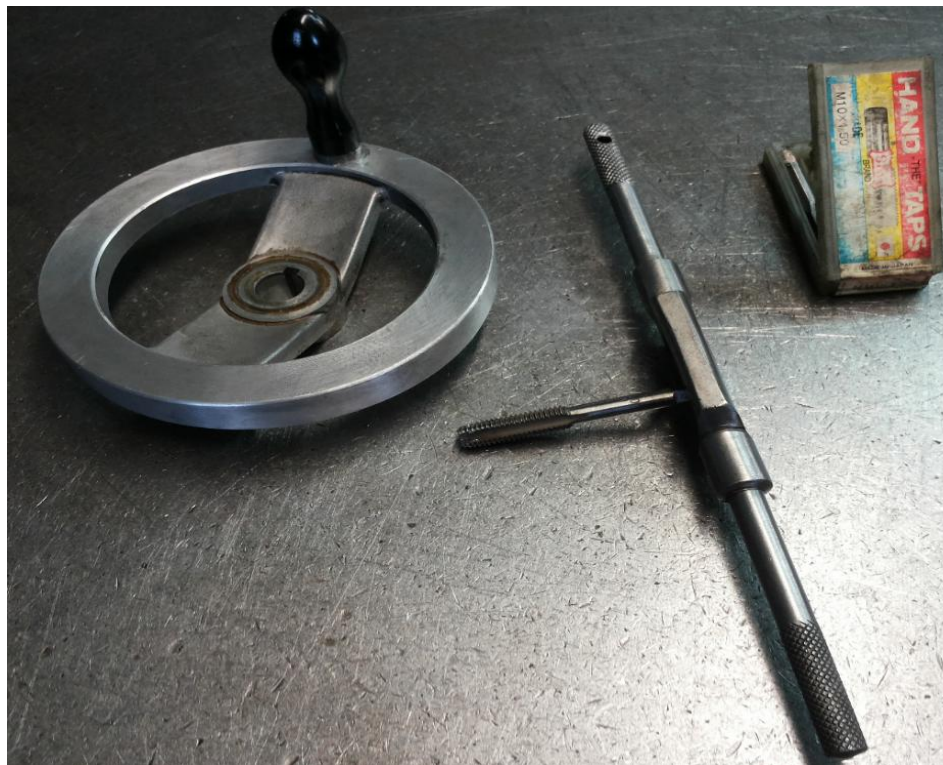
Στο συγκεκριμένο μοχλό είχε σπάσει ο κοχλίας, ο οποίος το συγκρατούσε και ακολούθησε η παρακάτω διαδικασία:

1. Αποσυναρμολόγηση χειροτροχού από τον κεντροφορέα, έτσι ώστε να αφαιρεθεί ο παλιός βοηθητικός μοχλός με μεγαλύτερη ευκολία, για να μπορέσει να τοποθετηθεί ο νέος.
2. Συγκράτηση του χειροτροχού σε μέγγενη για πλήρη σταθεροποίηση.
3. Δημιουργία οδηγού στο κέντρο του κοχλίας με αιχμηρό αντικείμενο (πόντα), για να μπορέσει το δράπανο με κατάλληλο τρυπάνι να διεισδύσει, ώστε να αφαιρεθεί με αυτόν τον τρόπο ο μοχλός.
4. Διάνοιξη οπής στον κοχλίας με τρυπάνι 2.5 mm, 4.5 mm , 6 mm, 8 mm όπου ήταν η διάμετρος που είχε (ο κοχλίας).
5. Αγορά νέου μοχλού με σπείρωμα M10x1.50. Επιλέχθηκε βοηθητικός μοχλός με μεγαλύτερη διάμετρο λόγω του ότι είχε αλλοιωθεί το προηγούμενο σπείρωμα από το τρύπημα και έπρεπε να δημιουργηθεί νέο.

6. Με σπειροτόμο M10x1.50, αρχικά με το πρώτο από τη σειρά ακολούθησε το δεύτερο και τέλος το τρίτο, δημιουργήθηκε νέο σπείρωμα κατάλληλο για το βοηθητικό μοχλό.



Εικόνα 4.11 Εργαλεία για την διάνοιξη οπής και σπειρώματος.



Εικόνα 4.12 Ολοκλήρωση σπειρώματος με τον σπειροτόμο M10x1.50.

4.5.3 Επισκευή στο μοχλό του τόννου επίδειξης

Για την επισκευή του μοχλού έπρεπε να ακολουθήσει η διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω.



Εικόνα 4.13 Σπασμένος άξονας προώσεων από το μοχλό.



Εικόνα 4.14 Απεικόνιση του υπόλοιπου σπασμένου κομματιού.

1. Επιπέδωση του άξονα της εικόνας 4.13, με μία επίπεδη λίμα bastard για καλύτερη επεξεργασία.
2. Δημιουργία οδηγού στο κέντρο του άξονα με μία πόντα, για να διεισδύσει το τρυπάνι (παρόμοιος τρόπος με το χερούλι του κεντροφορέα).
3. Διάνοιξη οπής στον άξονα με δράπανο, το οποίο είχε τρυπάνι 2,5 mm το επόμενο 3,5 mm και τέλος 5 mm.
4. Δημιουργία σπειρώματος με σπειροτόμο M6x1.0 (περάστηκε όλη η σειρά).



Εικόνα 4.15 Εσωτερικό σπείρωμα στον άξονα

5. Επειδή η διάμετρος του άξονα είναι 10 mm, έπρεπε να γίνει μια προέκταση του άξονα με ίδια διάμετρο με εξωτερικό σπείρωμα, ώστε να μπορέσει να τοποθετηθεί ο μοχλός στη θέση του πάλι.
6. Η προαναφερθείσα προέκταση του άξονα κατεργάστηκε σε τόρνο σε κατάλληλες διαστάσεις, οι οποίες μετρήθηκαν από πριν και αποτυπώθηκαν σε σχέδια.
7. Αφού σχεδιάστηκε η προέκταση, πραγματοποιήθηκε διάνοιξη οπής εγκάρσια, ώστε να τοποθετηθεί πείρος ανάμεσα στο μοχλό και την προέκταση, για να σταθεροποιηθεί σε ένα σημείο.
8. Πρεσσάρισμα (σφικτή συναρμογή) προέκτασης μέσα στο μοχλό και τοποθέτηση πείρου.



Εικόνα 4.16 Κατεργασμένη προέκταση άξονα στις απαιτούμενες διαστάσεις.



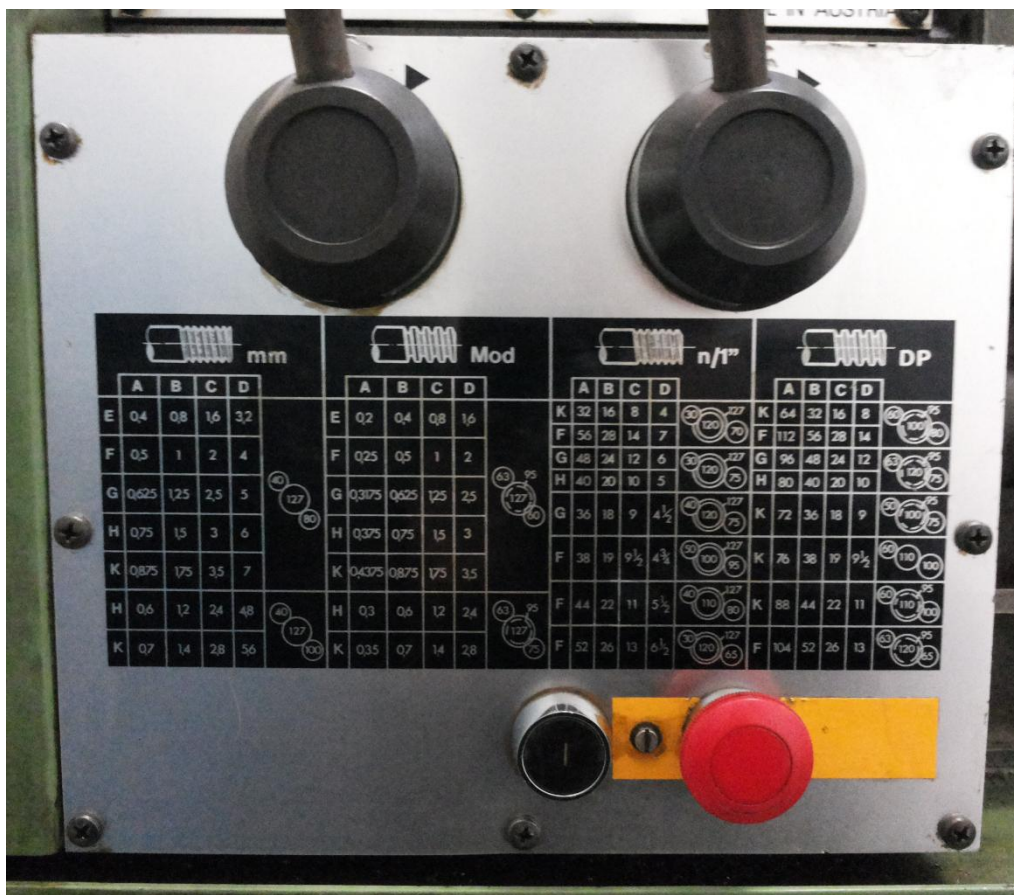
Εικόνα 4.17 Απεικόνιση συναρμολογημένης προέκτασης άξονα με το μοχλό και τον πείρο.



Εικόνα 4.18 Τοποθέτηση μοχλού στον τόρνο επίδειξης

4.6 Στερέωση ηλεκτρικού διακόπτη στον τόρνο No.1

Για την εξακρίβωση του προβλήματος έπρεπε να αποσυναρμολογηθεί ο πίνακας που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα. Αφού λύθηκε, φάνηκε ότι χρειαζόταν σύσφιξη το περικόχλιο που υπήρχε από την εσωτερική πλευρά, το οποίο πιθανόν να είχε «χαλαρώσει» από την χρήση.



Εικόνα 4.19 Ηλεκτρικός διακόπτης (κόκκινο κουμπί έκτακτης ανάγκης) στον πίνακα προώσεων σπειρώματος.

4.7 Αποκατάσταση βλάβης στον επιλογέα κίνησης τράπεζας στη φρεζομηχανή No.4

Το πρόβλημα που είχε δημιουργηθεί ήταν όταν άλλαζε θέση ο μοχλός για να μετακινηθεί εγκάρσια το τραπέζι της φρέζας και ερχόταν πάλι στη θέση απεμπλοκής (αποσύμπλεξη) απ' όπου δεν μπορούσε μερικές φορές να σταθεροποιηθεί, με αποτέλεσμα να επανενεργοποιείται ακούσια και πάλι η πρόωση.



Εικόνα 4.20 Επιλογέας κίνησης τραπεζιού της φρεζομηχανής.

Με βάση την παραπάνω εικόνα, αποσυναρμολογήθηκαν τα 2 καλύμματα γύρω από τον επιλογέα κίνησης με σκοπό να βρεθεί το πρόβλημα που είχε προκύψει. Αφού λύθηκαν, το μόνο πρόβλημα που φαινόταν να είχε ήταν ότι το γρανάτζι με τον αριθμό 2 που ήταν κανονικά πακτωμένο, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.21, πιθανόν να είχε λυθεί ο κοχλίας όπου το κρατάει σταθεροποιημένο, με αποτέλεσμα κατά την κίνηση του μοχλού να αλλάζουν θέση τα γρανάτζια.



Εικόνα 4.21 Γρανάζια για την μετάδοση κίνησης του τραπεζιού της φρεζομηχανής.

4.8 Αποκατάσταση συστήματος φωτισμού και ψύξης στον τόρνο Νο.1

Αυτή η εργασία πραγματοποιήθηκε με σκόπο την επίδειξη ενός «πλήρους» τόρνου στους εκπαιδευόμενους φοιτητές.

1. Ελέγχθηκαν τα καλώδια με πολύμετρο, για να διαπιστωθεί, εάν πράγματι υπήρχε προεγκατάσταση ηλεκτρολογικού δικτύου για τον φωτισμό, καθώς και για την αντλία ψύξης.
2. Με δείγμα προηγούμενου λαμπτήρα αγοράστηκε νέος, ο οποίος τοποθετήθηκε στον τόρνο.
3. Επειδή δεν υπήρχε αντλία στον τόρνο νούμερο 1, σημάνθηκαν τα καλώδια και οι θέσεις του καθενός από έναν άλλον τόρνο, που ήταν πλήρης και έτσι συνδέθηκαν στον ζητούμενο.

Ένα πρόβλημα που προέκυψε ήταν ότι η λεκάνη στην οποία αποθηκεύεται το υγρό ψύξης ήταν σπασμένη, καθώς και όλες οι υπόλοιπες, με αποτέλεσμα να επιλεγεί αυτή που ήταν στην καλύτερη κατάσταση και να κολληθεί με ειδική κόλλα για να εξαλειφθεί η διαρροή.



Εικόνα 4.22 Ράγισμα εξωτερικής επιφάνειας της λεκάνης με το υγρό ψύξης.



Εικόνα 4.23 Αποκατάσταση συστήματος φωτισμού και ψύξης στον τόρνο νούμερο 1.

4.9 Καθαρισμός / τακτοποίηση όλων των φοριαμών εργαλείων των τόρνων

Όλα τα εργαλεία τακτοποιήθηκαν στους φοριαμούς με την ίδια θέση και σειρά για ευκολία εύρεσής τους. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι:

- Κλειδί του τσοκ.
- Προσθήκες για τα κοπτικά εργαλεία.
- Πινέλο.
- Κοπτικά εργαλεία.
- Κλειδί άλεν.
- Τρυπάνια και περιστροφική πόντα.

4.10 Συντήρηση / καθαρισμός αεροσυμπιεστή του εργαστηρίου εργαλειομηχανών



Εικόνα 4.24 Αεροσυμπιεστής εργαστηρίου εργαλειομηχανών.

Στην παραπάνω εικόνα αριστερά από το σημείο Α, φαίνεται το νερό που τρέχει από τον αεροσυμπιεστή, το οποίο βρίσκεται μέσα στον πεπιεσμένο αέρα και θα έπρεπε να αδειάζει καθημερινά πριν από κάθε χρήση.

4.11 Αποκατάσταση διαρροής στο δίκτυο πεπιεσμένου αέρα

Το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα στις φρεζομηχανές είχε απομονωθεί με μία βάνα, λόγω της διαρροής που υπήρχε. Τα βήματα που έγιναν για την αποκατάστασή της διαρροής ήταν τα εξής:

1. Τέθηκε σε λειτουργία ο αεροσυμπιεστής και με ανοιχτή τη βάνα ο πεπιεσμένος αέρας διανεμήθηκε στο δίκτυο και έτσι εντοπίστηκε απευθείας η διαρροή, η οποία είναι εμφανής στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.25 Διαρροή του δικτύου με πεπιεσμένο αέρα.

2. Τα εργαλεία που χρησίμευσαν ήταν ένα καθαριστικό, το οποίο καθαρίζει τοπικά την επιφάνεια προετοιμάζοντάς την για κόλληση, ένα φλόγιστρο, το οποίο χρειάστηκε για την αύξηση της θερμοκρασίας και τέλος σύρμα κόλλησης χαλκοσωλήνων, όπου με τη βοήθεια της θερμοκρασίας που είχε αναπτυχθεί έγινε η κόλληση.



Εικόνα 4.26 Εργαλεία για την αποκατάσταση της διαρροής του πεπιεσμένου αέρα. 1) καθαριστικό. 2) φλόγιστρο. 3) σύρμα κόλλησης χαλκοσωλήνων.

4.12 Στερέωση κάθετης κεφαλής σε φρεζομηχανή

Στο μηχανολογικό εργαστήριο II δεν υπήρχε φρεζομηχανή κάθετου άξονα έτοιμη για να λειτουργήσει. Υπήρχε η κάθετη κεφαλή χωρίς τους πρισματοδηγούς, με αποτέλεσμα να χρειαστούν εξ'αρχής κατασκευή έτσι ώστε να μπορέσει να στερεωθεί επάνω στη φρεζομηχανή. Αρχικά, έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις και ελέγχθηκαν οι φρεζομηχανές νούμερο 1, 2, 3 και 4 όπου διαπιστώθηκε ότι μπορεί να τοποθετηθεί και να λειτουργήσει η κάθετη κεφαλή.



Εικόνα 4.27 Κάθετη κεφαλή φρεζομηχανής.



Εικόνα 4.28 Φρεζομηχανή οριζόντιου άξονα εργαστηρίου.

Με βάση την εικόνα 4.27, η κάθετη κεφαλή θα πρέπει να ταιριάζει με την πρισματική χελιδονοουρά (σημείο Α) της εικόνας 4.28 και μεταξύ τους να παρεμβάλλονται οι πρισματοδηγοί. Από τη διαφορά κάποιων μετρήσεων που προέκυψαν, βρέθηκαν οι διαστάσεις από τους πρισματοδηγούς. Αφού έγιναν τα απαραίτητα σχέδια, τόσο των τεμαχίων όσο και της συναρμολόγησης με την πρισματική γλύστρα, απαιτήθηκε η προμήθεια 2 πλακών με ορθογωνικές διαστάσεις 50x30x260 mm.

Η κατεργασία των κομματιών πραγματοποιήθηκε στην πλάνη της εικόνας 4.29.



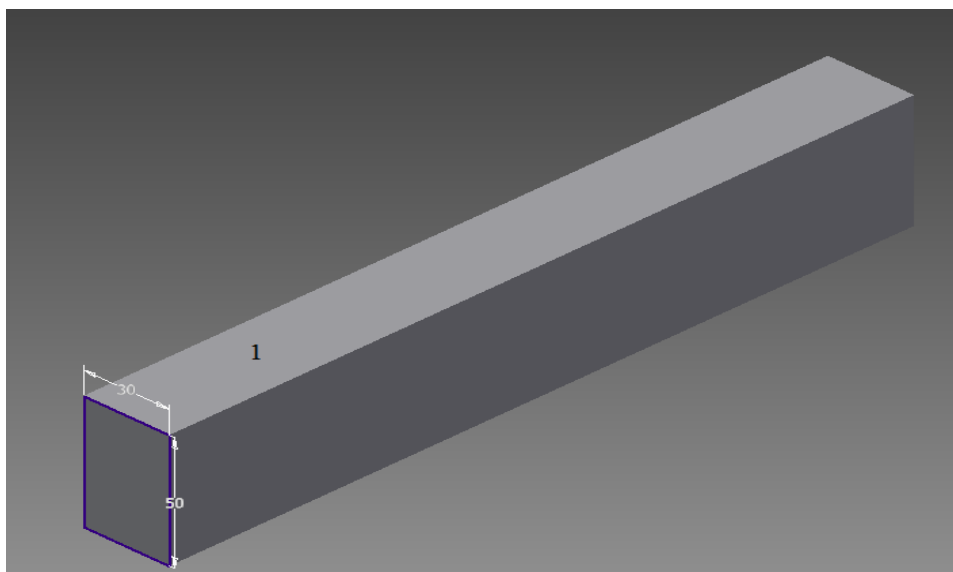
Εικόνα 4.29 Πλάνη για την ολοκλήρωση της κατεργασίας.

Σύμφωνα με την εικόνα 4.29, στο σημείο Α γίνεται η ρύθμιση της κλίσης της πορείας του κοπτικού. Στο σημείο Β, όπου βρίσκεται ο μοχλός μετακινείται το τραπέζι οριζόντια, σε διεύθυνση κάθετη ως προς την παλινδρομική κίνηση κοπής. Στο σημείο

Γ, αλλάζοντας θέση στο μοχλό προς τα δεξιά ξεκινάει η παλινδρόμηση. Και τέλος, στο σημείο Δ ρυθμίζονται με το μοχλό οι παλινδρομήσεις/λεπτό.

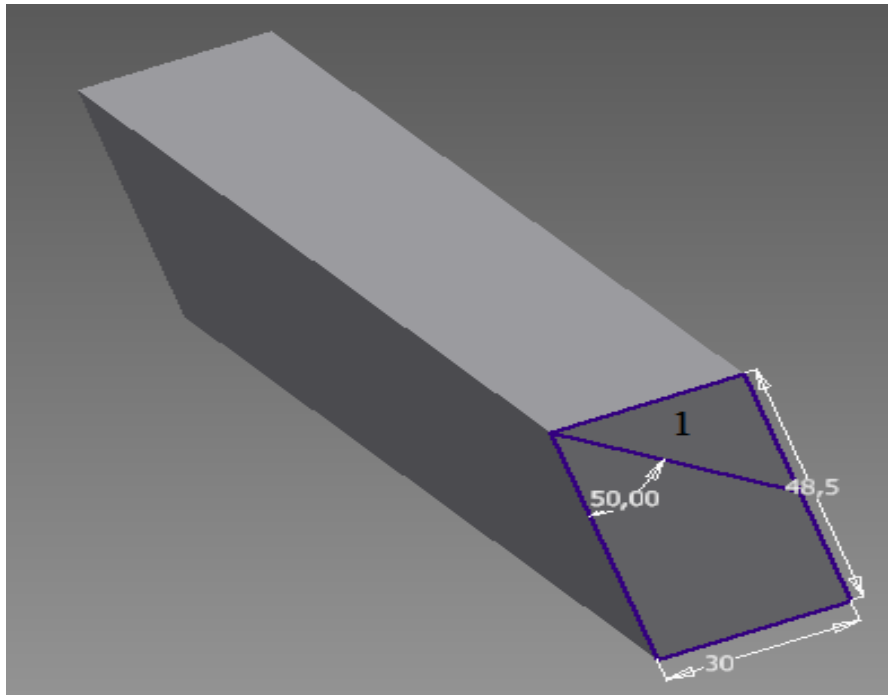
Η κατεργασία έγινε ως εξής:

1. Συγκράτηση του κομματιού στη μέγγενη.
2. Πρώτα απ'όλα, έπρεπε να ρυθμιστεί η διαδρομή που θα έκανε η κεφαλή την παλινδρόμηση, όπου η απόσταση θα ήταν τόση, όση και το κατεργαζόμενο κομμάτι 260 mm συν μια μικρή απόσταση για τη διευκόλυνση των ενεργειών που θα χρειαζόταν να γίνουν, όπως η πρόωση η οποία ήταν χειροκίνητη και χρειαζόταν κάποιο χρόνο.
3. Οι πρισματοδηγοί πρώτου να χρειαστούν κατεργασία για να πάρουν τις επιθυμητές μοίρες, έπρεπε να έχουν ορθογωνικές διαστάσεις 48.5x30x260 mm, οπότε όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.30, έπρεπε να γίνει εκχόνδριση πρώτα από το σημείο 1 (με την κεφαλή της πλάνης να δείχνει 0 μοίρες και 29 παλινδρομήσεις/λεπτό) περίπου 0,75 mm. Για να γίνει αυτό, έπρεπε πρώτα να παρθεί ένα σημείο αναφοράς, έτσι ώστε να ξεκινήσει το πρώτο πάσο από εκείνο το σημείο.
4. Αφού διαπιστώθηκε με μέτρηση με το παχύμετρο πόσο υλικό είχε αφαιρεθεί, χρειάστηκε να τοποθετηθεί και να συγκρατηθεί πάλι πάνω στη μέγγενη. Η κατεργαζόμενη επιφάνεια αυτή τη φορά ήταν η απέναντι πλευρά, με αποτέλεσμα να χρειαστεί εκ νέου εύρεση ενός σημείου αναφοράς, έως ότου φτάσει τις απαιτούμενες διαστάσεις.



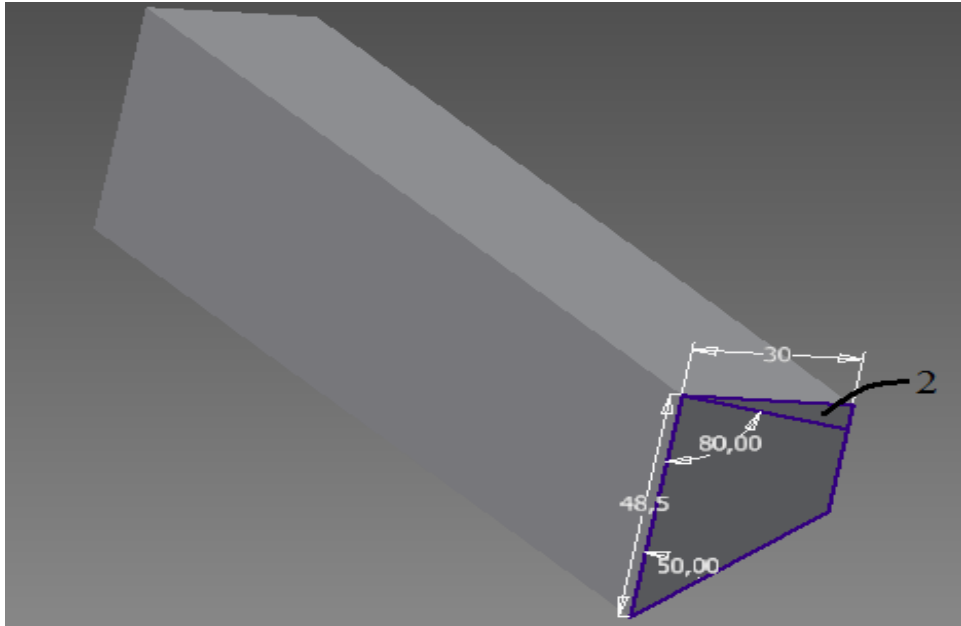
Εικόνα 4.30 Πρισματοδηγός με αρχικές διαστάσεις.

5. Στην εικόνα 4.31 φαίνεται στο σημείο 1 το υλικό που χρειάζεται εκχόνδριση. Ρυθμίζοντας την κεφαλή της πλάνης στις 50 μοίρες και τον μοχλό στις 29 παλινδρομήσεις/λεπτό, παίρνοντας ένα σημείο αναφοράς άρχισε η εκχόνδριση.
6. Αφού χρειαζόταν 2-3 πάσα για να τελειώσει η κατεργασία με τις 50 μοίρες ρυθμίστηκε ο μοχλός στις 37 παλινδρομήσεις/λεπτό, για να ολοκληρωθεί η αποπεράτωση.



Εικόνα 4.31 Πρισματοδηγός μετά την επιπέδωση των επιφανειών.

7. Χρειάστηκε να ανασηκωθεί το κατεργαζόμενο κομμάτι στη μέγγενη. Επειδή η μία επιφάνεια ήταν ήδη κατεργασμένη για τις 50 μοίρες, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλη επιφάνεια για να συγκρατηθεί, τοποθετήθηκαν κατάλληλες προσθήκες ελεγμένες για τις διαστάσεις τους.
8. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.32, το υλικό που έπρεπε να αφαιρεθεί βρισκόταν στο σημείο 2. Η διαδικασία που ακολούθησε ήταν ίδια με τα βήματα 4 και 5.



Εικόνα 4.32 Πρισματοδηγός μετά την καταργασία της επιφάνειας των 50 μοιρών.

Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τον δεύτερο πρισματοδηγό.



Εικόνα 4.33 Απεικόνιση πραγματικού πρισματοδηγού.

Στη συνέχεια αυτό που έμεινε ήταν η διάνοιξη οπών για να δημιουργηθεί σπείρωμα και με αυτόν τον τρόπο να μπορέσουν να βιδώσουν οι πρισματοδηγοί επάνω στη βάση της κεφαλής. Η διαδικασία που ακολούθησε ήταν η εξής:

1. Έγιναν κάποιες μετρήσεις με παχύμετρο, έτσι ώστε να βρεθούν τα κέντρα των οπών και στις θέσεις που θα έπρεπε επάνω στους πρισματοδηγούς.

2. Αφού χαράχτηκαν τα κέντρα, χτυπώντας τα με πόντα δημιουργήθηκε οδηγός για το τρυπάνι, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.34.
3. Ακολούθησε συγκράτηση του πρισματοδηγού στο επιτραπέζιο δράπανο.
4. Διείσδυση τρυπανιού διαμέτρου 4,5 mm για διάνοιξη οπής. Μετά τοποθετήθηκε τρυπάνι διαμέτρου 8,5 mm και τέλος 10,5 mm.
5. Δημιουργία σπειρώματος με σπειροτόμο M12x1,75 χρησιμοποιώντας όλη τη σειρά.



Εικόνα 4.34 Εργαλεία για κεντράρισμα των οπών.



Εικόνα 4.35 Επιτραπέζιο δράπανο για την διάνοιξη των οπών.



Εικόνα 4.36 Σπειροτόμος M12x1,75.

Αφού ολοκληρώθηκαν όλα τα παραπάνω βήματα το μόνο που απέμεινε ήταν η λείανση των πρισματοδηγών. Η λείανση, πραγματοποιήθηκε με μια σειρά από γυαλόχαρτα. Το πρώτο λειαντικό χαρτί που χρησιμοποιήθηκε ήταν το P80 (μεγάλο μέγεθος κόκκων), το οποίο χρειάστηκε για να επιπεδώσει την επιφάνεια όσο το δυνατόν περισσότερο, διότι με την πλάνη είχε δημιουργηθεί κατά την κατεργασία τραχιά επιφάνεια, η οποία δε λειάνθηκε όσο θα έπρεπε ούτε με την αποπεράτωση. Στη συνέχεια ακολούθησαν με τη σειρά P320, P600, P1000, P1500 και τέλος P2000.



Εικόνα 4.37 Πρισματοδηγοί μετά τη λείανση.



Εικόνα 4.38 Τοποθέτηση πρισματοδηγών στην κάθετη κεφαλή φρεζομηχανής.



Εικόνα 4.39 Η φρεζομηχανή No.4 με εγκατεστημένη την κάθετη κεφαλή.

Σύνοψη

Αρχικά, δημιουργήθηκαν εκπαιδευτικά έργα για τον τόρνο που αφορούν την κατά μήκος και εγκάρσια τόννευση με αυτόματη πρόωση, την κωνική τόννευση με χειροκίνητη πρόωση καθώς και την διάνοιξη οπών με κεντροτρύπανο. Ομοίως στη φρεζομηχανή, δημιουργήθηκαν εκπαιδευτικά έργα που αφορούν την επιλογή του κοπτικού εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί κατά το περιφερειακό φρεζάρισμα. Και στις δυο περιπτώσεις, πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των συνθηκών κοπής για το κάθε είδος κατεργασίας. Κατά την κατεργασία τεμαχίων με τις συγκεκριμένες εργαλειομηχανές αναφέρθηκαν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας που θα έπρεπε να ληφθούν υπ' όψιν.

Ύστερα, εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν πληροφορίες για τη συντήρηση και τις συνήθεις βλάβες των προαναφερθέντων εργαλειομηχανών οι οποίες αποσκοπούν στη μείωση των εξόδων μελλοντικά από πιθανή αστοχία της εργαλειομηχανής, καθώς περιορίζει τις φθορές και την καθιστά αξιόπιστη. Ακόμη, με την καλή λειτουργία της αυξάνει την ασφάλεια των χειριστών. Πιο αναλυτικά για τη συντήρηση έγινε κατηγοριοποίηση (προληπτική, έως τη βλάβη και προβλεπτική συντήρηση) και ανάλυση αυτών, δημιουργώντας εν συνεχεία πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση. Επιπροσθέτως, όσον αφορά τις βλάβες αναλύθηκαν οι φθορές που προκαλούνται πιο συχνά στις εργαλειομηχανές καθώς και το που μπορεί να οφείλονται.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν κάποιες εργασίες στο μηχανολογικό εργαστήριο Π που αφορούσαν εργασίες προληπτικής και έως τη βλάβη συντήρησης, οι οποίες βοήθησαν στον καλύτερο και ασφαλέστερο χειρισμό καθώς και στην καλύτερη λειτουργία του συγκεκριμένου εξοπλισμού. Για τη διατήρηση του εξοπλισμού στην επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας, απαιτείται η τήρηση ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης. Τέλος, ανάμεσα σε αυτές τις εργασίες ήταν και η φρεζομηχανή οριζόντιου άξονα να γίνει κάθετου άξονα και αυτό χρειάστηκε για την ανάγκη διαφορετικών ειδών κατεργασίας.

Βιβλιογραφία

- [1] Κέμμος, Μ. (2015). Προβλεπτική συντήρηση με χρήση θερμοκάμερας στο εκκοκιστήριο βάμβακος Βιολάρ Α.Ε, διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- [2] Σερδάρης, Π. (2014) Εκπόνηση εκπαιδευτικού λογισμικού στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού, διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- [3] Ε.Μ.Π. (2006). Κατεργασίες ΙΙ, Διδακτικές σημειώσεις Τόρνευση (turning), Αθήνα.
- [4] Παπαδανιήλ, Ε. Δ. & Σφατζικόπουλος, Μ. Μ. (2006). Μηχανουργική τεχνολογία Εργαστήριο ΙΙ. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- [5] Ε.Μ.Π. (2006). Κατεργασίες ΙΙ, Διδακτικές σημειώσεις Φρεζάρισμα (milling), Αθήνα.
- [6] Μάμαλης Α.Γ. (1991). Κατεργασίες των υλικών Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- [7] Κατσαώρας, Ι. (2012). Μελέτη του φαινομένου σχηματισμού ‘burr’ στις κατεργασίες αποβολής υλικού, διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- [8] Ανδρέου, Γ. & Μποζώνας, Α. (1993). Εργαστήριο ειδικότητας εργαλειομηχανών. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- [9] Μανσούρ, Γκ. (2010). Μηχανουργική τεχνολογία- Εργαλειομηχανές- Εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου NC- CNC. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- [10] Πετρόπουλος, Π.Γ. (1994). Μηχανουργική Τεχνολογία Εργαστήριο ΙΙ. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- [11] Αντωνιάδης, Ι. & Γιακόπουλος, Χ (2015). Συντήρηση Μηχανών και Διάγνωση Βλαβών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- [12] Μανσούρ, Γκ. & Σαλονικίδου, Α. (2013). Μηχανουργική τεχνολογία Ι Κατεργασίες κοπής. Αθήνα: Ινστιτούτο τεχνολογίας υπολογιστών & εκδόσεων ‘Διοφάντος’.
- [13] Summit Machine Tool Manufacturing, Corp. (2006). Operator and Maintenance Manual, Oklahoma City.
- [14] Haas Automation, Inc. (2014). Lathe Operator’s Manual, Oxnard U.S.A.

- [15] Grizzly Industrial, Inc. (2011). Model G0600 20" x 60" Big Bore Lathe Owner's manual, China.
- [16] Haas Automation Inc. (2008). Mill Operator's Manual, Oxnard U.S.A.
- [17] Clarke Metalworker. (2007). Operating and Maintenance Instructions, Essex England.
- [18] Γεωργαντάς, Ε. & Δογάνη, Θ. (2012). Έλεγχος-Συντήρηση-Χειρισμός-Ασφάλεια Μηχανημάτων Μηχανουργείου, πτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Αιγάλεω.

Παράρτημα
Δελτία συντήρησης εργαλειομηχανών

ΦΡΕΖΟΜΗΧΑΝΕΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	
	1		- Φθαρμένα καλώδια. - Επιθεώρηση και καθαρισμός των κινούμενων μερών. - Έλεγχος σύσφιξης περικοχλιών και κοχλιών. - Έλεγχος στάθμης του λιπαντικού. - Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης.										
	2												
	3												
	4												
	5												
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											

ΦΡΕΖΟΜΗΧΑΝΕΣ

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	
	1		- Έλεγχος στάθμης του ψυκτικού υγρού.										
	2												
	3												
	4												
	5												
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											

ΦΡΕΖΟΜΗΧΑΝΕΣ

ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	
	1	- Ψυκτικό υγρό.	- Έλεγχος ιμάντα. - Αλλαγή του ψυκτικού υγρού. - Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού.										
	2												
	3												
	4												
	5												
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											

ΦΡΕΖΟΜΗΧΑΝΕΣ

ΕΤΗΣΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	
	1	- Λιπαντικό επιλογής του κατασκευαστή. - Ιμάντας επιλογής του κατασκευαστή. - Μετρητικό ρολόι.	- Αλλαγή λιπαντικού. - Έλεγχος ιμάντα για αντικατάσταση. - Έλεγχος φθοράς των ατέρμονων κοχλιών στα φορεία.										
	2												
	3												
	4												
	5												
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											

ΤΟΡΝΟΙ

ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ			
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ			
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.		
	1	- Προτείνεται λιπαντικό που χρησιμοποιείται στο κιβώτιο ταχυτήτων για λίπανση λιπαντήρων γρασσαδόρων.	- Φθαρμένα καλώδια. - Επιθεώρηση και καθαρισμός των κινούμενων μερών. - Χαλάρωμα των κοχλιών στερέωσης - Λίπανση λιπαντήρων / γρασσαδόρων. - Έλεγχος στάθμης του λιπαντικού. - Έλεγχος κουμπιού έκτακτης ανάγκης.											
	2													
	3													
	4													
	5													
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ												

ΤΟΡΝΟΙ

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ	
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.
	1		-Έλεγχος στάθμης του ψυκτικού υγρού.									
	2											
	3											
	4											
	5											
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										

ΤΟΡΝΟΙ

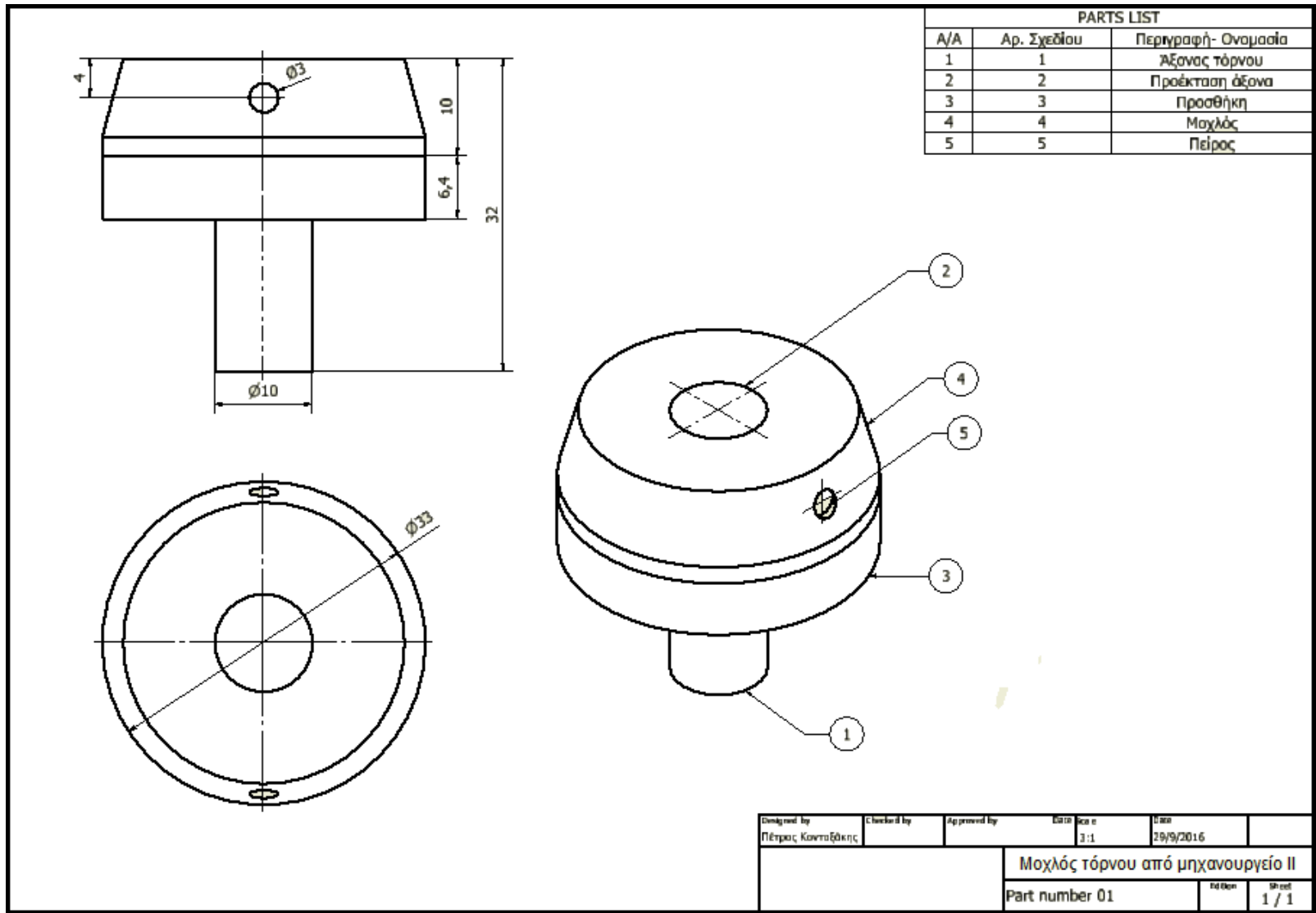
ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΔΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	
	1	-Ψυκτικό υγρό.	- Έλεγχος ιμάντα. - Αλλαγή του ψυκτικού υγρού. - Καθαρισμός αντλίας ψυκτικού υγρού.										
	2												
	3												
	4												
	5												
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											

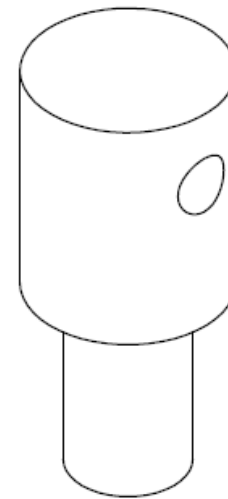
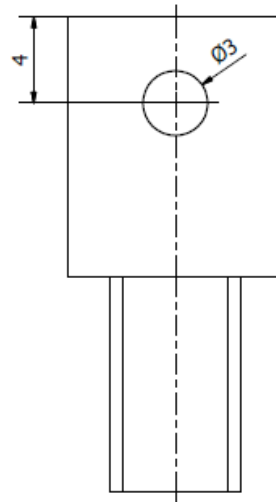
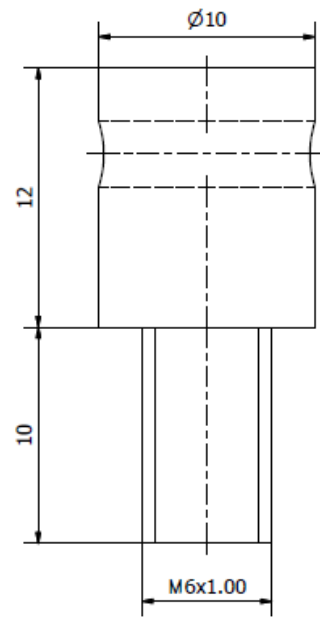
ΤΟΡΝΟΙ

ΕΤΗΣΙΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

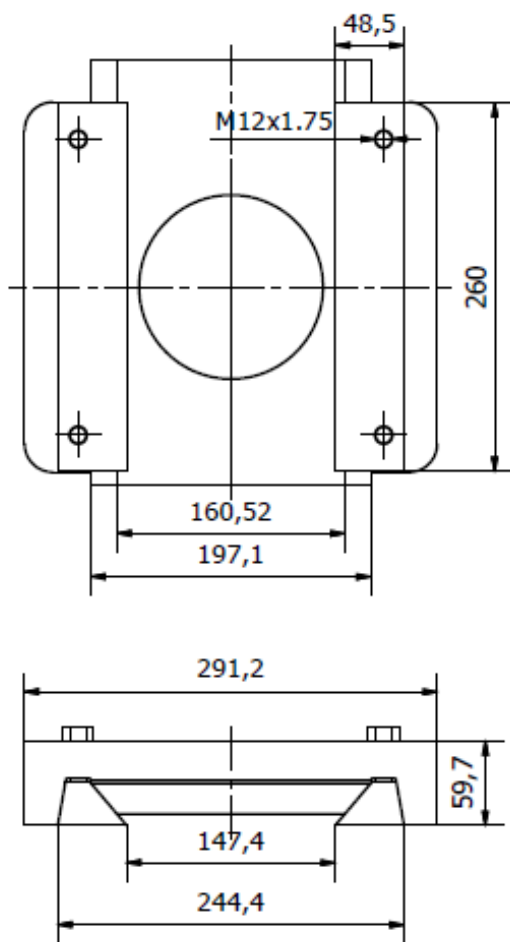
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	
					ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ		ΕΚΤΕΛΕΣΗ	
					ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.	ΟΝΟΜ/ΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦ.
	1		- Αλλαγή λιπαντικού. - Έλεγχος ιμάντα για αντικατάσταση. - Έλεγχος φθοράς των ατέρμωνων κοχλιών στα φορεία.									
	2											
	3											
	4											
	5											
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										



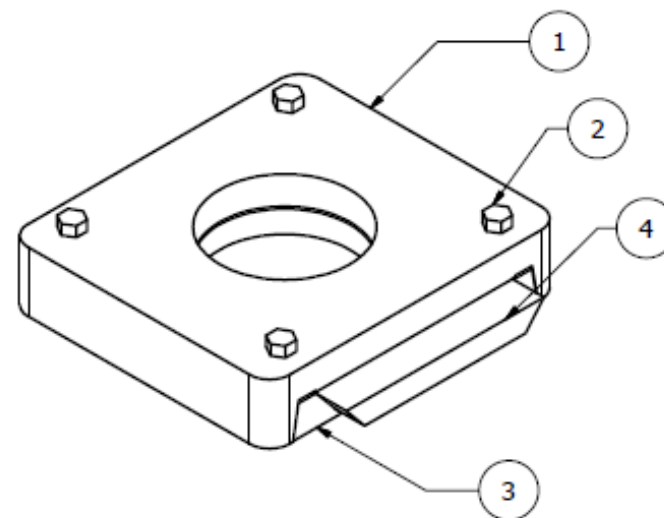
Designed by Πέτρος Κωνσταντίνος	Checked by	Approved by	Scale 3:1	Date 29/9/2016
			Μοχλός τόννου από μηχανουργείο II	
			Part number 01	Sheet 1 / 1



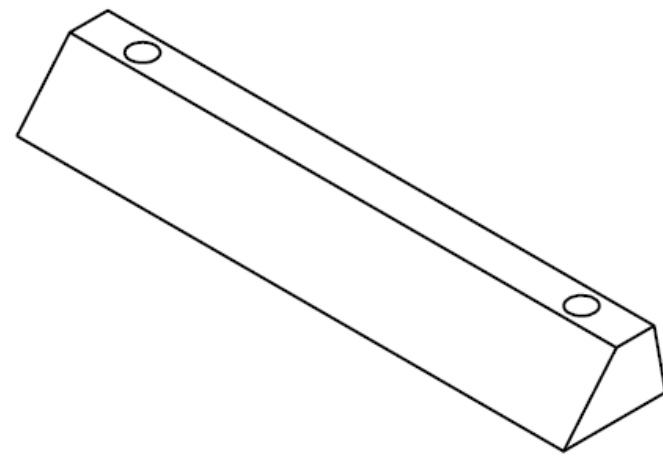
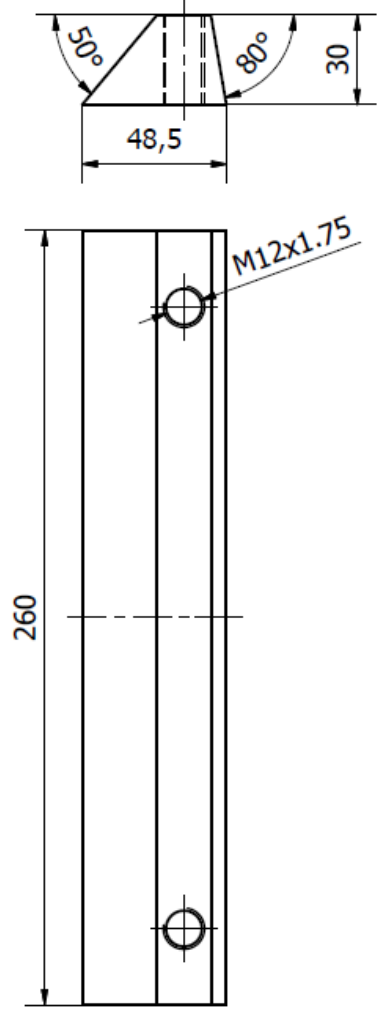
Designed by Πέτρος Κονταξάκης	Checked by	Approved by	Date 29/9/2016	Scale 5:1	Date 29/9/2016	
			Προέκταση άξονα			
			Part number 02		Edition	Sheet 1 / 1



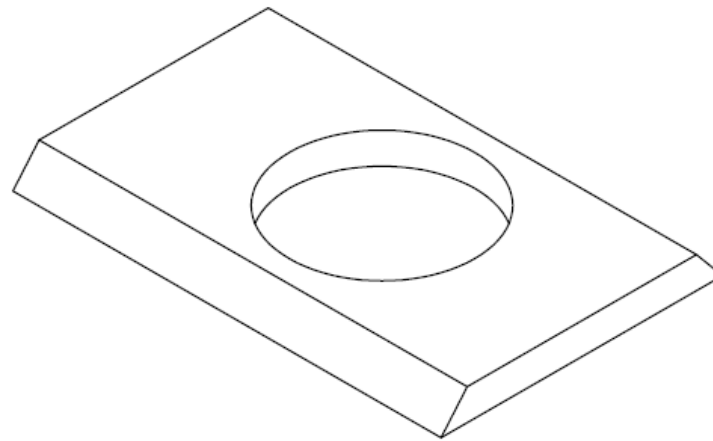
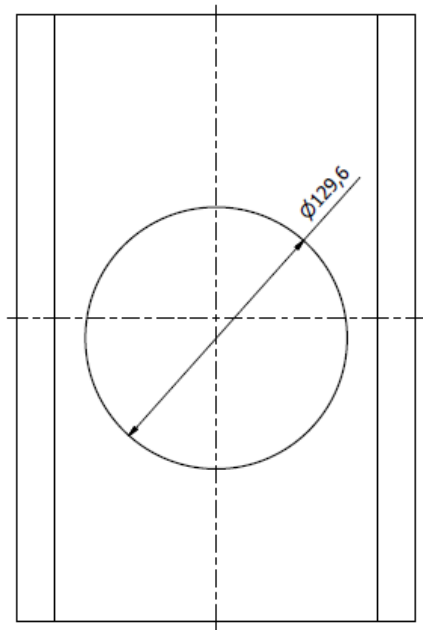
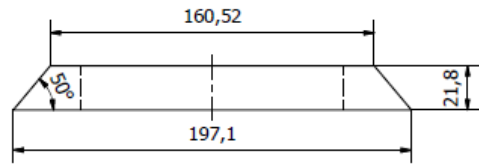
PARTS LIST			
A/A	Ποσότητα	Αρ. Σχεδίου	Περιγραφή- Ονομασία
1	1	1	Βάση φρεζομηχανής κάθετου άξονα
2	4	2	Κοχλίας
3	2	3	Πριματοδηγός
4	1	4	Πρισματική γλίστρα φρεζομηχανής



Designed by Πέτρος Κονταξάκης	Checked by	Approved by	Date 29/9/2016	Scale 1:4	Date 29/9/2016	
			Κατασκευή πριματοδηγών κεφαλής φρεζομηχανής			
			Part number 03		Edition	Sheet 1 / 1



Designed by Πέτρος Κονταξάκης	Checked by	Approved by	Date	Scale 1:2	Date 29/9/2016	
			Πρισματοδηγός			
Part number 04					Edition	Sheet 1 / 1



Designed by Πέτρος Κονταξάκης	Checked by	Approved by	Date 1:2	Scale 1:2	Date 29/9/2016	
			Πρισματική γλύστρα			
			Part number 05		Edition	Sheet 1 / 1

